

FACULDADE DE ECONOMIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente

MODELO DE NEGÓCIO PARA SERVIÇOS DE MEDIÇÃO E
VERIFICAÇÃO DE POUPANÇA ENERGÉTICA

por

Rui Violas e Costa França de Carvalho

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Economia e Gestão do Ambiente

Orientada por:

Prof. Dr. Cláudio Domingos Martins Monteiro

Porto

2012

Dissertação redigida em conformidade com o novo Acordo Ortográfico

“If we can’t measure it, it doesn’t exist.”

Abraham Verghese

Nota Biográfica

O candidato nasceu a 17 de janeiro de 1987, na cidade do Porto, distrito do Porto, Portugal.

Licenciou-se em Gestão pela Faculdade de Economia da Universidade do Porto, com média final de 12 valores.

Com a intenção de adquirir e aprofundar conhecimentos na área energética/ambiental ingressou no Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente, em 2010, concluindo a componente curricular com média de 15,3 valores.

Entre Março e Julho de 2012 realizou um estágio curricular na empresa Smartwatt – *Energy Services*, tendo elaborado a presente dissertação com o apoio da instituição, para a obtenção do grau de mestre.

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Doutor Cláudio Monteiro pelo apoio prestado ao longo do semestre, nomeadamente no fornecimento de documentos-chave para a elaboração da dissertação e pela oportunidade de realizar o estágio na empresa Smartwatt – Energy Services.

Aos trabalhadores da Smartwatt, em especial ao Engenheiro Jorge Oliveira pelos sábios conselhos, incentivos e informações que foram vitais para a prossecução da dissertação.

Aos meus pais e irmão, pelas “ferramentas” disponibilizadas ao longo da minha vida e apoio incondicional.

Aos meus colegas da faculdade pela partilha de conhecimentos.

Rui Violas e Costa França de Carvalho

Resumo

A Eficiência Energética (EE) faz parte do *core business* para as Empresas de Serviços Energéticos (ESE), disponibilizando aos clientes Medidas de Racionalização de Energia (MRE) ao nível dos Edifícios, Indústria e Transportes. Em virtude da conjuntura atual, dificilmente são suportados pelas empresas e/ou clientes os elevados investimentos que estão associados a este tipo de projetos. Surgem, deste modo, os Contratos de Desempenho Energético (CDE) que funcionam como uma alternativa viável e atrativa, tanto para as empresas prestadoras dos serviços como para os proprietários de uma instalação. A Medição e Verificação (M&V) é uma componente preponderante para a concretização e sucesso deste tipo de contratos, dado que permite estimar com precisão as poupanças que advêm da implementação de tais medidas, transmitindo consequentemente mais credibilidade e confiança ao pacto estabelecido.

Este trabalho procura analisar e desenvolver um modelo de negócio para a prestação de serviços de M&V adotando uma metodologia mais clara e simples na construção de uma *Checklist* de fácil aplicação em relação às existentes. Concluiu-se que existem algumas lacunas ao nível da monitorização e verificação das poupanças geradas, nomeadamente no programa Eco.AP. e para isso criaram-se mecanismos de auxílio para um controlo mais rigoroso das medidas de EE instaladas. A investigação desenvolvida permitiu, igualmente, confirmar a existência de uma oportunidade de coligação entre atividades de M&V e requisitos da norma internacional ISO 50001.

No que diz respeito ao caso prático, o objetivo passa por aferir a viabilidade económico-financeira de um projeto de instalação de um sistema solar térmico em moradias e demonstrar a todas as partes envolvidas no projeto (Smartwatt, Condóminos e Empresa Gestora do Condomínio) que a opção por este tipo de tecnologia é, de facto, recompensadora. Concluiu-se que o projeto é exequível. No entanto, as partes envolvidas terão de suportar custos adicionais ao longo dos primeiros anos do contrato, fruto do investimento exigido.

Palavras-chave: Eficiência Energética; Empresas de Serviços Energéticos; Contrato de Desempenho Energético; Medidas de Racionalização Energética; Poupança Energética; Medição e Verificação.

Abstract

Energy Efficiency (EE) is part of the core business for Energy Services Companies (ESCO), which have available Energy Conservation Measures (ECM) in buildings, industry and means of transport for their customers. Due to the present conjuncture, the high investments associated to this kind of project are hardly supported by the company and/or by the customer. Thus, these appear the Energy Performance Contracts (EPC), which act as a possible and attractive alternative, both for the company that offers those services and for the owner of the property. Measurement and Verification (M&V) are preponderant elements for the materialization and success of this type of contract as it is possible to estimate accurately the saving that result from the implementation of such measures, thus converging more credibility and reliability to the contract that was settled.

In this essay a business model for M&V services is developed by adopting a clearer and simpler methodology for the development of a Checklist that could be more easily used than the existing ones. We came to the conclusion that there are some gaps regarding monitoring and checking the savings created namely by the Eco.AP programme and therefore assistance mechanisms were created to achieve a more accurate control over the settled EE measures. The developed investigation also allowed us to conclude that there is the possibility of joining M&V activities with International ISO 50001 requirements.

As far as the practical case is concerned, its aim to estimate the economic and financial viability of a project to install a heating solar system in villas and to show to the parties involved in this project (Smartwatt, joint owners and the Condominium Managing Firm) that the choice of this kind of technology is in fact rewarding. It was concluded that the project is feasible. However, the involved parties will have to bear additional costs during the former years of the contract due to the necessary investment.

Keywords: Energy Efficiency; Energy Services Companies; Energy Performance Contract; Energy Conservation Measurement; Energy Savings; Measurement and Verification.

Índice

Capítulo 1.....	1
Introdução	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Motivação	2
1.3. Objetivos.....	4
1.4. Estrutura.....	4
1.5. Informação e integração na Smartwatt – <i>Energy Services, S.A.</i>	5
Capítulo 2.....	7
Enquadramento Teórico.....	7
2.1. Desenvolvimento e caracterização do mercado ESCO	7
2.2. Financiamento de Projetos de Energia	12
i. ESCO	15
ii. Empréstimo Bancários.....	15
iii. Programas DSM	17
iv. Financiamento Interno	17
2.3. Plano de M&V	18
2.4. Procedimento genérico da M&V – Cálculo das Poupanças	21
2.5. Protocolos da M&V	24
2.6. Estrutura e Opções do IPMVP – Visão Geral	26
2.7. Contrato de Desempenho Energético	28
2.8. Ponderação entre a incerteza e os custos da M&V	31
2.9. ISO 50001:2011 - Oportunidade para a M&V	33
2.10. Eco.AP: Pré-Análise	36
i. Contextualização	36
ii. Algumas Considerações	37
Capítulo 3.....	39
Metodologia	39
3.1. <i>Checklist</i> para elaboração de um Plano de M&V	41
i. Informação do Projeto de Eficiência Energética e das atividades M&V	42
ii. Definição de Fronteiras	42

iii. Persistência	43
iv. <i>Carbon Check</i>	44
v. Especificação de Orçamento, <i>Timing</i> e Recursos	47
vi. Sistema de Gestão de Energia (ISO 50001:2011)	49
3.2. <i>Checklist</i> para elaboração de Relatórios Pós-Instalação.....	50
i. Relatórios Preliminares.....	50
ii. Relatórios Anuais	54
Capítulo 4.....	59
Caso Prático: Verificação e Previsão - Instalação de Sistema Solar Térmico	
Centralizado em Moradia Multifamiliar	59
4.1. Pressupostos.....	60
4.2. Perfil de Consumo	61
4.3. Solução Proposta.....	62
4.4. Resultados obtidos por Simulação	63
4.5. Custo Específico	64
4.6. Evolução das Tarifas de Consumo.....	65
4.7. Custos por Tipologia.....	71
4.8. Informação Energética e Financeira do Projeto.....	72
4.9. Resultados Financeiros	74
Capítulo 5.....	77
Conclusões	77
Referências Bibliográficas	81
Apêndices.....	90
Anexo I. Folha de Cálculo: Quadros para <i>Checklist</i> e <i>Templates</i>	90
Anexo II. Matriz de Classificação de Desempenho.....	92
Anexo III. <i>Templates</i> para Avaliação Preliminar	94
Anexo IV. Dados de Entrada do Exemplo numérico para uma MRE	95
Anexo V. <i>Template</i> Anual para análise da evolução das poupanças.....	96
Anexo VI. <i>Template</i> para Avaliação Anual.....	97
Anexo VII. Matriz de Tarifas	97
Anexo VIII. Matriz de Custos Energéticos e Eficiência de Equipamentos	98
Anexo IX. Matriz de Custos para aquecer a água fria por Equipamento	99

Anexo X. Matriz de Evolução de Tarifas e Poupanças	100
Anexo XI. Matriz de Tarifa Final para Solar Térmico	101
Anexo XII. Matriz de Investimentos e Despesas Periódicas	102
Anexo XIII. Evolução gráfica de Tarifas.....	103
Anexo XIV. Matriz de Despesas por Tipologia	107
Anexo XV. Modelo de Identificação para intervenientes num Plano de M&V	107
Anexo XVI. Matriz de Poupanças e Despesas por Tipologia.....	108
Anexo XVII. Modelos de Informação Energética	111
Anexo XVIII. Modelos de Informação Capital Alheio	112
Anexo XIX. Informação e Sumário Financeiro	113
Anexo XX. <i>Key Performance Indicators</i> do Projeto	115

Índice de Figuras

Figura 1 - Áreas de negócio da Smartwatt.....	6
Figura 2 - Fatores a considerar na seleção do mecanismo de financiamento	14
Figura 3 - Diferentes etapas de um projeto-tipo de EE.....	20
Figura 4 - Procedimento geral do cálculo das poupanças energéticas.....	22
Figura 5 - Perfil constante da curva de consumo.....	23
Figura 6 - Perfil variável da curva de consumo	23
Figura 7 - Definição da fronteira de medição	27
Figura 8 - Alocação dos Proveitos para EPC.....	29
Figura 9 - Principais vantagens de um EPC em relação às abordagens tradicionais.....	31
Figura 10 - Lei dos Proveitos Decrescentes da M&V	32
Figura 11 - Enquadramento da M&V no processo de Melhoria Contínua da ISO 50001	35
Figura 12 - Etapas do processo de escolha das ESE.....	36
Figura 13 - Diagrama Metodológico	40
Figura 14 – Perfil de Consumo	61
Figura 15 – Evolução dos <i>Cash-Flows</i> Acumulados (comparação entre os diferentes apoios para Sistema de 2000 litros)	76

Índice de Gráficos e Tabelas

Gráfico 1 - Evolução das Tarifas de Consumo para Sistema de 2000 litros com Apoio Elétrico.....	68
Gráfico 2 - Evolução das Poupanças para ambos os Sistemas (considerando Apoio Elétrico)	69
Gráfico 3 – Evolução das Tarifas de Consumo (Apoio Elétrico)	103
Gráfico 4 - Evolução das Tarifas de Consumo (Apoio a GN).....	104
Gráfico 5 - Evolução das Tarifas de Consumo (Apoio a GN).....	105
Gráfico 6 - Evolução da Poupança gerada (Apoio GN)	106

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Constituição do Edifício (Sistema de 2000 litros)	60
Tabela 2 – Constituição do Edifício (Sistema de 3000 litros)	60
Tabela 3 – Ocupação por Tipologia.....	61
Tabela 4 – Resultados Energéticos (Sistema de 2000 litros).....	63
Tabela 5 – Resultados Energéticos (Sistema de 3000 litros).....	63
Tabela 6 - Sumário Financeiro para instalação de Sistema de 2000 litros	74
Tabela 7 - Indicadores-Chave de Desempenho do Projeto (KPIs)	76
Tabela 8 – Eficiência dos Equipamentos	98
Tabela 9 – Custos Energéticos por kWh.....	98
Tabela 10 - Análise para o Termoacumulador.....	99
Tabela 11 - Análise para Caldeira.....	99
Tabela 12 - Análise para o Esquentador	99
Tabela 13 - Evolução das Tarifas de Consumo e da Poupança gerada (n=15) - Apoio Elétrico	100
Tabela 14 – Metodologia de Cálculo da Tarifa Final de Consumo para Solar Térmico + Apoio (exemplo: Apoio Elétrico para Sistema de 2000 litros).....	101
Tabela 15 - Plano de Investimentos & Despesas Periódicas (considerando apoio a Eletricidade para Sistema de 2000 litros)	102
Tabela 16 - Despesas por Tipologia (sem instalação Solar Térmico)	107
Tabela 17 - Identificação dos colaboradores com responsabilidade direta no objetivo e âmbito do Plano de M&V	107
Tabela 18 - Despesas por Tipologia (com instalação Solar Térmico com Apoio Elétrico)	108
Tabela 19 - Despesas por Tipologia (com instalação Solar Térmico com Apoio GN)	109
Tabela 20 - Despesas por Tipologia (para Sistema de 2000 litros)	110
Tabela 21 – Informação do Edifício	111
Tabela 22 – Informação Energética do Projeto	111
Tabela 23 – Informação Capital Alheio.....	112
Tabela 24 – Informação Financeira	113
Tabela 25 - Sumário das Despesas Financeiras Anuais.....	113

Tabela 26 - Sumário das Poupanças Anuais	114
Tabela 27 - Indicadores-Chave de Desempenho do Projeto	115
Tabela 28 - Sumário Financeiro.....	115

Lista de Abreviaturas

A

ADENE	Agência para a Energia
AQS	Água(s) Quente(s) Sanitária(s)

C

CE	Comissão Europeia
CF	<i>Cash-Flow(s)</i>
CHP	<i>Combined Heat and Power</i>
CO ₂	Dióxido de Carbono

D

DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
DMM	Dispositivo(s) de Medição e Monitorização
DSM	<i>Demand-Side Management</i>

E

Eco.AP	Programa de Eficiência Energética na Administração Pública
EE	Eficiência Energética
EGC	Empresa Gestora do Condomínio
ENE 2020	Estratégia Nacional para a Energia com o Horizonte em 2020
EnMS	<i>Energy Management System</i>
EnPI	<i>Energy Performance Indicator</i>
EPC	<i>Energy Performance Contract or Contracting</i> (em Português, CDE – Contrato de Desempenho Energético)
ER	Energias Renováveis
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

ESE Empresa(s) de Serviços Energéticos (em inglês, ESCO – *Energy Service Company*)

ESI *Energy Savings Insurance*

EUL *Effective Useful Life*

F

FEE Fundo para a Eficiência Energética

FS Fração Solar

G

GEE Gases com Efeito de Estufa

GN Gás Natural

GPL Gás de Petróleo Liquefeito

I

ILF Instituições Locais de Financiamento

IPC Índice de Preços do Consumidor

IPMVP *International Performance Measurement and Verification Protocol*

IR Índice de Rentabilidade

ISO *International Organization for Standardization*

M

M&V Medição e Verificação

MRE Medida(s) de Racionalização de Energia (em inglês, ECM – *Energy Conservation Measure(s)*)

O

O&M Operação e Manutenção

P

PE	Parlamento Europeu
PNAEE	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PPEC	Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica
PPP	Parcerias Público-Privadas

Q

QAI	Qualidade do Ar Interior
-----	--------------------------

R

RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
-------	--

S

SEE	Serviços de Eficiência Energética
SGCIE	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
SCE	Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior

T

TIR	Taxa Interna de Rentabilidade
-----	-------------------------------

U

UE	União Europeia
----	----------------

V

VAL	Valor Atual Líquido
-----	---------------------

Glossário

(de acordo com o IPMVP)

Ajustes Não Periódicos

Cálculos individuais de engenharia para explicarem as alterações nos fatores estáticos dentro da fronteira de medição desde o período do consumo de referência. Quando os ajustes não periódicos são aplicados ao consumo de referência são denominados apenas por “ajustes do consumo de referência”.

Ajustes Periódicos

Alterações em variáveis independentes selecionadas dentro da fronteira de medição desde o período do consumo de referência.

Efeitos Interativos

Efeitos de energia criados por uma MRE mas não medidos dentro da fronteira de medição.

Fatores Estáticos

Característica de uma instalação que afetam o consumo de energia, dentro da fronteira de medição escolhido, mas que não são usadas como base para os ajustes periódicos.

Fronteira de Medição

Limite imaginário estabelecido à volta do equipamento e/ou sistemas para separar aqueles que são relevantes para a determinação da poupança daqueles que não o são.

Medição e Verificação	Processo de utilização de medições para determinar corretamente a poupança real dentro de uma instalação individual por um programa de gestão de energia.
Medidas de Racionalização de Energia	Uma atividade ou conjunto de atividades concebidas para aumentar a eficiência energética de uma instalação, sistema ou equipamento.
Período de Referência (em inglês <i>Baseline Period</i>)	É o período de tempo escolhido para representar o funcionamento da instalação ou sistema antes da implementação de uma MRE.
Período de Reporte (em inglês, <i>Reporting Period</i>)	Período de tempo que se segue à implementação de uma MRE quando os relatórios de poupança aderem ao IPMVP.
Poupança	Redução no consumo ou custo de energia. A poupança física pode ser expressa como consumo de energia evitado ou poupança normalizada. A poupança monetária pode ser expressa analogamente como “custo evitado” ou “poupança de custo normalizada”.
Variável Independente	Um parâmetro que se espera que mude regularmente com impacto mensurável no consumo de energia de um sistema ou instalação.

Capítulo 1.

Introdução

“Convirjam para a eficiência energética!”

(Gomes, 2011)

1.1. Enquadramento

A constante escalada dos preços do crude e a sua grande volatilidade consagrada no aumento dos preços da eletricidade e do GN, a enorme preocupação com a segurança energética, as questões ambientais que a utilização de combustíveis fósseis acarreta para o planeta e as exigências das diretivas de Bruxelas são algumas das razões que têm levado ao surgimento de novas práticas de gestão energética.

Em todo o Mundo tem sido notória a tomada de consciência dos benefícios económico-ambientais da utilização eficiente dos recursos energéticos. A EE é cada vez mais uma ferramenta preponderante para que os países ditos desenvolvidos consigam alcançar os níveis de crescimento económico que almejam, melhorando ao mesmo tempo os índices de responsabilidade social e ambiental em prol do bem-estar das gerações atuais e vindouras.

No contexto europeu a aposta na EE não foge à regra e tem sido uma das grandes prioridades de todos os mandatos. A Diretiva para o Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD) estabelece um conjunto de critérios para edifícios novos. De salientar que até 2020 todos os edifícios novos deverão apresentar um balanço energético quase nulo, prazo que é antecipado em dois anos para o setor público. Foi acordado pela Comissão Europeia, em Junho deste ano, uma nova Diretiva para a EE que introduz “medidas obrigatórias nos Estados-Membros, tais como a renovação anual de edifícios público, regimes obrigatórios de poupança de energia para serviços públicos e auditorias energéticas para todas as grandes empresas.” (PE, 2012). Esta Diretiva foi

aprovada em plenário em Setembro de 2012 e será certamente um importante passo para a proliferação de melhores práticas de gestão de consumos de energia.

Em Portugal, a EE é encarada como uma grande oportunidade para fazer face à grande dependência energética que o país defronta atualmente e às grandes oscilações dos preços dos mercados internacionais. O PNAEE reflete a grande ambição que os governantes depositam na EE, comprovada pela revisão das metas de redução do consumo de energia primária (de 10% para 15% até 2015 e de 20% até 2020). Este documento tem sido revisto em função da conjuntura económico-financeiro que o país atravessa e das suas reais necessidades. Apesar de todas as dificuldades que Portugal enfrenta, nomeadamente ao nível do acesso a financiamento externo, os governantes encaram a EE como um caminho a seguir rumo à sustentabilidade da sua matriz energética. Ao nível dos edifícios, a introdução do SCE e o lançamento do programa Eco.AP vieram incentivar os proprietários a adotarem todo um conjunto de medidas em prol de menores níveis de consumo energético, tanto no desígnio privado como estatal.

Para que a EE seja cada vez mais uma aposta com resultados notórios em todos os setores de atividade, é imprescindível que as poupanças que advêm das medidas implementadas sejam, de uma forma fiável, conhecidas, comprovadas e que se prolonguem ao longo do tempo. Dada a impossibilidade de medir diretamente a poupança, surge a Medição e Verificação, atividade que, de forma alguma, deve ser renegada num contrato em que a empresa que presta o serviço (ESE) garante um determinado nível de economias energéticas ao cliente e é remunerado em função do nível de desempenho do próprio projeto (EPC).

1.2. Motivação

À medida que o mundo vai tomando consciência dos benefícios económicos, sociais, ambientais e ecológicos da EE, e que há a oportunidade de preservar o ambiente ao mesmo tempo que se cria riqueza, empregos e mais-valias para as empresas prestadoras deste tipo de serviços, emergiu uma nova atividade a desempenhar no âmbito de projetos de EE: Medir e Verificar as poupanças geradas. O presente trabalho deu especial enfoque à EE em edifícios, responsáveis por cerca de 40% do consumo de energia na maioria dos países, nomeadamente no aquecimento, arrefecimento e

alimentação de dispositivos elétricos (BPIE, 2012). Desenvolver novas práticas de gestão em edifícios e torná-los energeticamente mais eficientes é uma grande oportunidade para as empresas e entidades governamentais que deverão atuar em conjunto com vista à diminuição da procura de energia e das emissões de carbono.

Qualquer entidade que invista em EE está naturalmente preocupada em alcançar determinados níveis de poupança energética, refletida na fatura energética mensal, durante um determinado período de tempo. No entanto, estimar as poupanças que resultam da implementação de uma ou várias MRE e a sua duração é um verdadeiro desafio (as economias dizem respeito à ausência de consumo de energia em relação ao período anterior à implementação de tais medidas). Torna-se, deste modo, vital para a aceitação deste tipo de projetos realizar uma medição precisa, adotar determinada metodologia de cálculo das poupanças aceite por todos os intervenientes no projeto (ESE, proprietário da instalação e eventualmente um financiador) e documentá-las de uma forma transparente e integral (INEE, 1997).

Para que os serviços de M&V sejam prestados eficazmente e todo o projeto de EE seja um sucesso é necessário que as partes interessadas concordem num plano de M&V dos ganhos alcançados, para que numa fase posterior não venha a existir qualquer tipo de conflito de interesses, assim como na forma como as poupanças vão ser monitorizadas e verificadas após a instalação das medidas. Estes documentos fornecem informação relevante para a gestão e alocação de riscos, resolução de litígios entre cliente e vendedor, entre outros. Pretende-se com o presente trabalho facilitar este processo, disponibilizando um conjunto de requisitos que deverão constar nos vários planos. Dados os elevados investimentos que estes projetos por vezes implicam é impensável negligenciar práticas mais severas de controlo e monitorização das poupanças. Concluiu-se que existe uma lacuna a este nível, pelo que se decidiu incluir uma análise preliminar logo após a instalação das MRE, para que o controlo seja executado com mais rigor refletindo-se em maiores níveis de poupança e satisfação do cliente.

1.3. Objetivos



Nota: os objetivos apresentados não obedecem a qualquer ordem de importância, no entanto o desafio central foi desenvolver uma metodologia para a prestação de serviços de M&V.

1.4. Estrutura

O documento está dividido em cinco capítulos distintos que, naturalmente, estão associados diferentes objetivos a ser alcançados.

O primeiro capítulo diz respeito à introdução e pretende dar a conhecer ao leitor os principais pontos a focar ao longo do trabalho, assim como o porquê da escolha da eficiência energética, mais concretamente da M&V, como tema da dissertação e a sua importância no contexto económico atual.

No segundo capítulo serão apresentados os principais aspetos relacionados com a M&V. O estado atual do mercado ESCO, a problemática do financiamento de projetos de EE, os principais protocolos para a M&V e a sua complementaridade com novos padrões energéticos internacionais e com o programa Eco.AP recentemente criado, são os principais aspetos a ser desenvolvidos nesta secção.

No terceiro capítulo será desenvolvido um procedimento-tipo para a prestação de serviços de M&V por parte da empresa Smartwatt. O objetivo é que a empresa esteja ciente de todo um conjunto de requisitos essenciais para a elaboração de Planos de M&V, assim como para Relatório Pós-instalação, auxiliado por *templates* criados para a avaliação das MRE instaladas.

O quarto capítulo consiste na apresentação de um caso prático no qual a Smartwatt esteve diretamente envolvida. O objetivo é a implementação de um sistema solar térmico em moradias multifamiliares sendo crucial demonstrar a todas as partes envolvidas a viabilidade económico-financeira do projeto.

No último capítulo serão apresentadas as principais conclusões da dissertação, incluindo soluções propostas para os objetivos previamente definidos, assim como sugestões para investigações futuras no âmbito da prestação de serviços de M&V.

1.5. Informação e integração na Smartwatt – *Energy Services, S.A.*

“A Smartwatt é uma empresa tecnológica que aposta fortemente na inovação. Opera como Empresa de Serviços de Energia (ESE), fornecendo soluções na área das energias renováveis e da eficiência energética, consultoria estratégica a produtores, utilizadores e consumidores finais de energia, bem como serviços nas áreas de sustentabilidade e gestão de carbono.” (Smartwatt, 2012)

A Smartwatt, consciente do enorme peso que os custos energéticos assumem no orçamento anual das empresas, disponibiliza um conjunto de serviços que tem em vista a otimização da *performance* energética dos seus clientes, delineando iniciativas/estratégias de gestão e controlo de despesas para obtenção de ganhos de EE. A linha de orientação da empresa está assente na criação de valor dentro das organizações pertencentes não só ao setor privado mas alargando também o campo de atuação para o setor público.

A Figura 1 explana as cinco áreas de atuação da Smartwatt e as principais soluções que disponibiliza aos seus clientes em cada uma delas.

Figura 1 - Áreas de negócio da Smartwatt

SW Energy Services	SW Energy Technologies	SW Climate & Sustainability	SW Intelligence	SW Energy Assets
Certificação Energética de Edifícios (RCCTE e RSECE)	Microgeração	Inventário de Emissões e Pegada Ecológica	Previsão de Produção para Renováveis	Gestão de Activos de Produção de Energia
Auditoria Energética	Minigeração	Selo SmartClimate®	Desenvolvimento de Modelos de Previsão	Gestão de Activos de Poupança de Energia
Consultoria Energética	Solar Térmico	Projectos MDL e IC	Avaliação de Recurso Hídrico e Solar	Elaboração de Planos de Investimento em Renováveis
SGCIE e Indústria	Cogeração	Gestão de Licenças de Emissão de Carbono		Design e Execução de Projectos ESCO
Serviços de Manutenção	Climatização Eficiente	Estratégias e Relatórios de Sustentabilidade		
RGCE Transportes	Sistemas de Controlo Inteligentes	Elaboração de Planos Regionais e Nacionais de Eficiência Energética		
Procurement de Energia	Sistemas de Carregamento Eléctrico de Veículos			
Serviços de Gestão de Energia	SmartParking			
Sistemas de Gestão de Energia- Intelligent Metering				
Certificação da QAI				
BREEAM				

Fonte: Smartwatt (2011a)

O presente trabalho foi desenvolvido em conjunto com a empresa Smartwatt – *Energy Services, S.A.* e insere-se no estágio curricular realizado durante 5 meses. A experiência, *know-how* e disponibilidade dos trabalhadores da empresa foi determinante para a elaboração da dissertação prestando em todos os momentos o auxílio necessário. De notar que para a concretização de algumas etapas do trabalho, foram fornecidos pela empresa dados energéticos para que o mesmo se aproximasse de situações reais e de maior entendimento para o leitor. A par do apoio documental, foram disponibilizadas todo um conjunto de infraestruturas que proporcionaram o ambiente adequado para uma melhor prossecução da dissertação.

Capítulo 2.

Enquadramento Teórico

“Tornar os nossos edifícios energeticamente mais eficientes é uma das formas mais rápidas, fáceis e baratas de poupar dinheiro, combater a poluição e criar postos de trabalho nos Estados Unidos da América. E é exatamente isso que estamos a fazer.”

(Obama, 2011)

2.1. Desenvolvimento e caracterização do mercado ESCO

Existe uma linha de orientação no mundo dos negócios: *Nothing happens until somebody sells something*. Desde que ficou demonstrado empiricamente que a EE poderia trazer benefícios económico-financeiros, um novo modelo de negócio com ideias e serviços inovadores ergueu-se, no sentido de absorver o maior número de investimentos e mais-valias que pudessem advir desse mercado emergente. É no desígnio do enorme potencial que a EE apresenta, tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento, que surgem as ESE como principal veículo de promoção da EE em todo o Mundo. Há, então, uma grande oportunidade (*win-win*) que não deve ser desperdiçada: ganhar dinheiro, ao mesmo tempo que se preserva o ambiente – *Doing well while doing good*. (Hansen, 2006).

Os serviços energéticos são serviços orientados para o lado da procura, para os grandes consumidores, consumidores domésticos e para os gestores de instalações de consumo. Geralmente são serviços não apenas técnicos ao nível da energia, mas também serviços do lado financeiro e gestão de projetos. Naquilo que virão a ser os próximos contratos de eficiência/*performance* energética, o fator financeiro é muito preponderante. Não é só a engenharia que vai intervir no uso inteligente da energia mas também muito, o lado do financiamento. O modelo ESCO é, então, baseado em contratos EPC que podem ser vistos como PPP ou contratos de *project finance* em que o *revenue* do projeto vem das poupanças geradas que depois são distribuídas de forma

equitativa ao longo de um determinado tempo (Soares, 2012). É neste segmento de mercado, mais concretamente no fornecimento deste tipo de serviços, que a *Smartwatt-Energy Services* se posiciona, assumindo-se atualmente como uma referência pela qualidade dos serviços que desempenha junto dos seus parceiros económicos.

A Diretiva 2006/32/CE do Parlamento Europeu e da Comissão Europeia – *Energy End Use Efficiency and Energy Services Directive* teve um papel crucial no estabelecimento da terminologia ESE. Neste sentido, para que se pudesse perceber de forma precisa o conceito de ESE e não suscitar qualquer tipo de incongruência, estabeleceu-se que uma empresa de serviços energéticos é uma entidade legal que fornece serviços de energia e/ou medidas de EE para uma instalação, e aceita um certo nível de risco financeiro nessa atividade. O pagamento pelo serviço prestado é baseado (no todo ou em parte) no alcance de melhorias ao nível da EE ou de outros critérios de desempenho previamente acordados.

Os serviços prestados pelas ESE incluem assim um conjunto de atividades tais como auditorias e análises energéticas, gestão da energia, implementação e *project design*, manutenção e operação, M&V das poupanças, gestão da propriedade, gestão de risco, serviços para melhoria da QAI, oferta de energia e equipamentos (Climate Technology Initiative, 2003, citado por Bertoldi, P., S. Rezessy, *et al.*, 2006).

Os projetos ESCO são normalmente desenvolvidos no setor privado mais concretamente em estabelecimentos de ensino, hospitais e grandes edifícios. O envelhecimento das infraestruturas e o pouco orçamento disponível para este tipo de projetos, são o principal motivo para que cada vez mais se recorra a empresas de serviços energéticos no setor público. As autoridades locais e as agências de energia de alguns países estão a implementar MRE em edifícios públicos, valendo-se do apoio das ESE. A maioria das medidas implementadas está relacionada com a modernização ou remodelação de edifícios públicos envolvendo instalação de sistemas de controlo de calor, refrigeração, ar condicionado, iluminação, ou substituição de caldeiras. Em relação às melhorias impostas na iluminação das vias públicas, estas são levadas a cabo por entidades municipais. Nos centros comerciais as MRE passam essencialmente pela adoção de sistemas de cogeração e alguns *upgrades* tecnológicos e nas instalações industriais por melhorias nos processos industriais, substituição de motores, recuperação de calor, sistemas de propulsão, etc.

No que diz respeito aos EPC (que irá ser aprofundado mais à frente), o *target* são os edifícios públicos em que as poupanças garantidas assumem-se como o esquema preferível para os proprietários em detrimento das poupanças partilhadas (Marino *et al.*, 2011).

O desenvolvimento dos mercados de ESCO não é uniforme na Europa. Já existem países em que o número de empresas de SEE é considerável (como Alemanha, Itália ou França) no entanto, na maioria dos Estados-Membros existem ainda poucas empresas bem estabelecidas e muitas delas são complementadas por agências de consultoria de engenharia e por fornecedores de tecnologias de EE com alguns elementos ESCO, tais como soluções de *leasing* de equipamentos ou garantia de desempenho (Marino *et al.*, 2010).

Na Europa, a maioria destas ESE são empresas locais de pequena/média dimensão, contrastando com um pequeno número de multinacionais neste ramo como a *Compagnie Generale de Chauffe* (pioneiro dos EPC em França há 100 anos atrás) que detém ESE em 20 países diferentes e opera cerca de 28.000 trabalhadores (Hance, 2003 citado por Vine, 2005). No seio da UE, estima-se que existam entre 650 a 1.040 empresas (dados de 2010). O mercado de SEE da UE apresenta, então, características muito heterogéneas em relação ao número de empresas que fornecem este tipo de serviços, tal como o projeto Europeu *Change Best* também veio a confirmar (Marino *et al.* 2011). Este estudo identificou grandes diferenças entre os 18 países em causa, ao nível do número e tipo de fornecedores de SEE, nos serviços disponíveis e na dimensão do mercado, resultado dos diferentes enquadramentos legais e do historial dos mercados em cada país (Fonseca e Almeida, 2012).

Concluindo, relativamente ao papel das ESE, a maior dificuldade que apresentam resulta da falta de financiamento para os seus projetos. Normalmente não são empresas de grande capital pelo que não têm recursos suficientes para investir nos equipamentos necessários à inovação da eficiência. Por outro lado, as empresas industriais que pensam utilizar os próprios recursos não têm um fundo de garantia que assegure qualquer falha do processo acarretando, por isso, elevados custos. Não existe um fundo de aval que sirva como suporte a um projeto que não tenha dado os resultados necessários ou que os resultados demorem mais do que o previsto. Esta lacuna torna a empresa financiadora exposta a um certo prejuízo inicial.

No entanto, apesar da conjuntura atual desfavorável, as recentes alterações no enquadramento legislativo e a maior consciência ambiental em relação à conservação energética aumentaram a atividade em redor das alterações nos edifícios públicos. A par disso, o lançamento de incentivos para o setor imobiliário privado e a crescente atividade nessa área também no setor público, digamos que compensam as dificuldades financeiras que se vivem atualmente (Marino *et al.*, 2011).

Segundo a opinião de vários autores como Duplessis (2011) ou Fraunhofer (2008) o mercado europeu de SEE é significativo em todos os países assim como o potencial de poupanças, havendo deste modo possibilidade para que este tipo de serviços se torne um negócio rentável aliado às significativas melhorias ambientais que trazem consigo. Para isso será crucial a criação de uma entidade Europeia que normalize e acredite as atividades das ESE a nível europeu, com regras comuns de atuação, com o objetivo de dotar as ESE de valências que as permitam competir com as restantes empresas internacionais (Hansen *et al.*, 2009).

Os dados avançados pela ADENE no seu *site*, sugerem que existem cerca de 100 empresas registadas como ESE em Portugal (dados de 2012), o que poderá ser um indicador de uma forte e positiva concorrência. No âmbito da Expo Energia 2011, realizada em Novembro, vários especialistas consideram este número um pouco elevado para as necessidades nacionais e para o que está previsto no programa Eco.AP. No entanto, muitas destas empresas poderão estar focadas apenas em determinados segmentos do programa, por exemplo, na iluminação pública (gama de serviços limitados). A evolução deste setor energético deve ser explicada principalmente pelas obrigações legais que estão em vigor (certificação energética dos edifícios e os planos de racionalização impostos pelo SGCIE, legislação penalizadora de más práticas ambientais, promovendo a utilização de tecnologias mais limpas), pela volatilidade dos preços da energia primária, pelos elevados preços atuais da eletricidade e pela procura de maior competitividade por parte das empresas.

No âmbito do PNAEE de 2010 e da ENE 2020 foram criadas uma panóplia de diligências legais e normativas favoráveis ao desenvolvimento e crescimento do mercado SEE. Foi publicado o Decreto-Lei n.º29/2011 de 28 de Fevereiro de 2011, que regulamenta a atividade das ESE e cria o enquadramento legal para estabelecer EPC. A par deste diploma, foi publicada em Janeiro de 2011 a Resolução de Conselhos de

Ministros nº2/2011, com o intuito de promover a EE nomeadamente através de programas de redução do consumo de energia em edifícios públicos e promoção de comportamentos e escolhas mais eficientes. Assim, foi criado o programa Eco.AP (tópico a desenvolver mais à frente) que visa “aumentar a EE nos serviços públicos, equipamentos e organismos da administração pública, no horizonte de 2020.” (ADENE, 2012a).

“Se as pessoas perceberem que podem fazer um contrato com uma ESCO quase sem custos associados, onde pagarão a mesma fatura mas com evidentes melhorias na qualidade energética da sua casa e que no final do processo quando a quiserem vender ela valerá mais, a opção pelo modelo ESCO passa a ser uma decisão racional, promovendo uma nova cultura energética de base financeira.”

(Zorrinho, 2011)

2.2. Financiamento de Projetos de Energia

“A banca nacional não tem fundos e a banca internacional não quer estar associada ao risco que Portugal representa nos mercados financeiros. Por isso, têm de encontrar formas alternativas de financiamento.”

(Matias, 2011)

O financiamento dos projetos ESCO é, como já foi referido, um elemento chave para o seu sucesso no entanto, as instituições financeiras de uma forma geral, muito dificilmente se disponibilizam a financiar projetos de EE dado o pouco conhecimento que detêm sobre o papel das ESE e dos contratos de gestão de energia. Deste modo, a credibilidade das empresas no mercado pode ser um fator decisivo no acesso das mesmas ao capital alheio. As ESE normalmente sofrem de problemas de financiamento junto da banca dado que as poupanças não são lineares ao longo do ciclo de vida do projeto em causa. Assim sendo, com um risco maior de financiamento, há um preço mais alto pelos empréstimos. É então imperial consolidar a regulamentação e sensibilizar a banca para este tipo de projetos. Esta dificuldade de financiamento por parte das ESE está, atualmente, estritamente relacionada com a crise económica e financeira que os países atravessam. Consequentemente, a banca e os potenciais clientes optam pelo adiamento das melhorias de EE nas suas instalações tornando-se deste modo indispensável a operacionalização das medidas de apoio preconizadas no FEE e um maior financiamento público na EE. De notar que a CE lançou no início de Julho de 2011 o novo FEE que disponibilizará inicialmente 265 milhões de euros para apoiar, até 31 de Março de 2014, projetos de EE e fontes de ER. Esta é mais uma medida que a Europa espera que venha a contribuir para alcançar as metas de 2020 de pelo menos 20% de poupança energética ou a redução de 20% das emissões de CO₂. Entre os possíveis beneficiários do Fundo estão as autoridades públicas ao nível local e regional, empresas privadas e públicas, que atuem em nome dessas autoridades tais como *utilities* locais, ESE, empresas de redes de aquecimento ligadas a centrais de cogeração ou

empresas públicas de serviços de transporte.¹ Em Portugal, a criação do FEE foi prevista pelo PNAEE na Resolução de Conselho de Ministros n.º80/2008. No dia 20 de Maio de 2010, o Decreto-Lei n.º50/2010 definiu a sua criação com uma dotação inicial de 1,5 milhões de euros com o objetivo de financiar a EE, por parte dos cidadãos e das empresas, apoiar projetos de EE e promover a alteração de comportamentos neste domínio.² De notar que seria essencial canalizar uma parte destes fundos para a M&V, nomeadamente ao nível do PPEC³, de forma a garantir a sua eficácia não só na implementação através da avaliação das medidas e da elaboração de um plano para certificar poupanças.

Na Europa Ocidental, o financiamento dá-se essencialmente através de empréstimos bancários para as ESE ou então para o cliente, fundos internos entre a ESE e o cliente ou fundos estatais. Na Europa Oriental, os projetos são geralmente financiados por fundos próprios da ESE e através de instituições financeiras (bancos comerciais e pela linha de crédito do *European Bank for Reconstruction and Development* para a indústria) (Marino *et al.*, 2011).

Não existe uma solução-padrão para o caso do financiamento no setor imobiliário. Os proprietários dos edifícios deverão ter em consideração um conjunto de hipóteses de forma a avaliar, da melhor maneira, o mecanismo de financiamento que mais se adequa ao respetivo caso. Nessa reflexão, deverão ter em conta fatores como os que explicitam na Figura 2, de forma a ponderar e avaliar cuidadosamente cada um na fase prévia do processo de tomada de decisão do financiamento do projeto de EE (Buonicore, 2012).

¹ *Novo Fundo para a Eficiência Energética – 265 Milhões de euros para projetos de eficiência energética e renováveis*, Revista Climatização, N.º77, p.82

² Recentemente foi disponibilizada a verba de 5 milhões de euros no âmbito do “Condomínio.E”, cuja candidatura deverá ser feita através de ESE e por concurso, ou empresas que representam condomínios ou condóminos. De notar que este mercado deverá ser visto como uma grande oportunidade para este tipo de empresas de forma a diversificarem as suas áreas de negócio, pelo que será crucial delinear uma estratégia competitiva. Em causa estão edifícios multifamiliares, integrados em condomínios, nomeadamente a instalação de sistemas solares térmicos e vãos envidraçados eficientes. (Revista Climatização, 2012)

³ O Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (PPEC) promovido pela ERSE, pela quarta edição consecutiva, tem como objetivo prioritário apoiar financeiramente iniciativas que promovam a eficiência e redução do consumo de eletricidade nos diferentes segmentos de consumidores. (ERSE).

Figura 2 - Fatores a considerar na seleção do mecanismo de financiamento

Qual o mecanismo de financiamento mais apropriado?



Fonte: Buonicore, 2012

Depois de uma análise precisa e pormenorizada de todos os fatores expostos, os proprietários e gestores dos edifícios deverão escolher o mecanismo de financiamento que mais se adequa aos objetivos estratégicos propostos e às características específicas das MRE que pretendem implementar. Assim sendo, existe um conjunto de modelos mais usuais a que as entidades responsáveis por este tipo de projetos normalmente recorrem, de forma a colmatar a carência de capital interno disponível, os inadequados sistemas organizacionais quer para o desenvolvimento dos projetos quer para aceder a fundos.

De uma forma geral, existem 4 modelos base para financiamento de projetos de EE que têm sido populares nos últimos anos: (i) ESCO; (ii) empréstimos bancários; (iii) programas DSM; (iv) financiamento interno. É comum também usar mais do que um

único modelo de financiamento no desenvolvimento de programas específicos de investimento (Taylor *et al.*, 2008).

i. ESCO

Este mecanismo de financiamento foge ao “tradicional” financiamento através de instituições financeiras. Estas entidades tornaram-se um modo fulcral no desenvolvimento e implementação de projetos de EE, ao trabalharem com os consumidores finais, no sentido de identificar e planear projetos e delinear as condições de financiamento. As ESE representam deste modo, uma forma “one-stop shop” para o desenvolvimento e implementação dos projetos e das respetivas medidas de conservação energética incorporando ou não mini-geração. Os projetos são normalmente de larga escala, em que o período de contrato ronda os 5-10 anos ou mais. A indústria ESCO, não obstante os diferentes modelos de contratos de desempenho energético, baseia-se nos princípios da economia da *performance* em que o pressuposto essencial é que os rendimentos dos seus operadores (ESE), associados ao fornecimento de MRE, dependem dos resultados, ou seja, das poupanças alcançadas para os seus clientes (Capelo, 2012).

ii. Empréstimo Bancários

O financiamento direto através das instituições bancárias ou outros tipos de credores, é uma alternativa ao financiamento interno para os projetos de EE. Como já foi referido anteriormente, a disponibilidade dos bancos emprestarem dinheiro vai depender muito da “saúde financeira” de quem recorre ao capital alheio, mas também da sua experiência ao nível da gestão da energia e da experiência neste tipo de negócio. Como é óbvio, a capacidade de financiamento externo vai ser deveras mais complicada em situações em que a empresa em causa é de pequena dimensão, com pouca expressão no mercado. Por outro lado, os proprietários dos edifícios não estão confortáveis com a linguagem financeira, pelo que um bom entendimento de ambas as partes para o sucesso de toda a operação, torna-se ainda mais complicado (Thumann *et al.*, 2005). A divulgação pública do desempenho energético dos edifícios pode funcionar como um *forcing* para que os

proprietários dos edifícios implementem medidas de conservação energética e para que os credores financiem os projetos e se defendam de possíveis danos colaterais. Não obstante, as principais instituições financeiras mundiais onde se incluem o *Bank of America*, *Barclays*, *Deutsche Bank*, *JP Morgan Chase* etc, têm levado a cabo várias iniciativas de forma a investigar melhores formas para financiar este tipo de projetos, reconhecendo atualmente o enorme potencial, que o negócio da EE apresenta (a inclusão dos protocolos internacionais de M&V, como base de sustentação de documentos de financiamento, tornaram todo o processo mais atrativo para os credores, pelo modo como as poupanças e os riscos são quantificados). Potencial, porque associado à proliferação do mercado ESCO e dos serviços de EE prestados, porque aliado à crescente consciencialização por parte da população e dos proprietários dos edifícios em relação às questões ambientais, e porque se torna evidente a necessidade de otimizar cada vez mais os recursos escassos disponíveis.

No entanto, será necessário que os credores tenham acesso a uma base de dados de desempenho energético credível e fidedigno de forma a permitir novos desenvolvimentos dos modelos de financiamento (Buonicore, 2012).

Como é natural o recurso a financiamento externo apresenta alguns obstáculos, como por exemplo (Buonicore, 2012):

- 1) A capacidade do devedor cumprir com as suas obrigações é de extrema importância;
- 2) O rácio de dívida da empresa ser inaceitável;
- 3) O custo de financiamento está fortemente correlacionado com o ponto 1);
- 4) Impossibilidade de financiar o projeto de EE a 100% (dificilmente excede os 50%);
- 5) 100% de exposição ao risco por parte do devedor;

iii. Programas DSM

O terceiro tipo de mecanismo mais comumente usado pelo mercado utiliza as *utilities* de distribuição de energia para organizar todos os aspetos do programa de EE, incluindo financiamento, desenvolvimento técnico, relação com o consumidor final através de programas DSM. Este tipo de programas estão a cargo dos governos e confiam no poder financeiro, técnico e organizacional das *utilities* de eletricidade para encetar um conjunto de investimentos de pequena escala em EE, aproveitando as suas relações com os consumidores. Um dos objetivos passa por conciliar a EE tanto ao nível da procura como da oferta como forma de fornecer um serviço energéticos o mais eficiente possível (Taylor *et al.*, 2008).

iv. Financiamento Interno

A forma mais direta dos *stakeholders* dos edifícios concretizarem todas as melhorias de EE é alocando fundos oriundos de um capital interno. Se a instituição tem ao longo dos anos lucros acumulados, poderá canalizá-los para a compra de equipamentos de EE, sem necessidade de recorrer a financiamento externo. Tal modelo de financiamento tem várias vantagens em relação a outras formas de financiamento, como por exemplo, o facto das poupanças alcançadas com as MRE poderem ser retidas por completo pelo proprietário do edifício e o facto de ser a opção mais simples administrativamente. No entanto, o financiamento interno também apresenta algumas desvantagens. Apesar das despesas com o financiamento externo ser nulo, os benefícios das deduções fiscais vão ser igualmente inexistentes. Este modelo exige necessidade de grandes reservas internas de CF, o risco de um desempenho energético abaixo do esperado é assumido inteiramente pelo proprietário e o facto de o edifício pertencer a mais do que uma parte (multiparte) tornam o processo de decisão das despesas de capital ainda mais difícil (Buonicore, 2012).

Para concluir, as empresas deverão identificar cuidadosamente os mecanismos de financiamento que melhor servem os seus interesses de acordo com aquilo que pretendem instalar ao nível de equipamentos e sistemas de EE. A experiência e o menor ou maior entendimento dos tipos de financiamento vai influenciar a escolha que cada

empresa fará. Alguns dos mecanismos ainda não estão completamente desenvolvidos nem farão parte das escolhas a tomar por parte das empresas no entanto, a intensa competição pelos fundos de financiamento impõe a criação de novas abordagens de financiamento. As pessoas responsáveis pela tomada de decisão deverão ir além dos mecanismos expostos anteriormente. É vital para o sucesso do projeto desenvolver a forma de financiamento mais adequada às necessidades da empresa em função de características específicas e no sentido de cobrir os custos operacionais e de manutenção ao longo dos anos.

2.3. Plano de M&V

“Os Planos de M&V implicaram que usássemos todos a mesma linguagem, e tivéssemos a mesma percepção em relação às poupanças que iríamos alcançar.”

(Ecosave, 2008)

Está cientificamente provado que um edifício ou uma instalação que apresenta índices de sustentabilidade superiores consegue obter maiores dividendos para os seus acionistas. No entanto, todas as instalações têm características específicas que as distinguem das demais pelo que requerem soluções de melhoria do desempenho energético particulares para cada caso. A par do gestor da instalação que deverá compreender da melhor maneira o *modus operandi* da organização e tudo aquilo que a mesma necessita para melhorar o seu desempenho energético, o processo de M&V é fundamental para qualquer MRE que seja implementada.

Os métodos de M&V são usados para medir e verificar de uma maneira precisa, disciplinada, rigorosa e transparente, as poupanças energéticas que resultam da implementação das MRE que foram delineadas e planeadas com o objetivo de melhorar o desempenho energético de uma instalação específica ou um grupo de instalações específicas (The Australasian EPC Association for the Innovation Access Program of AusIndustry, 2008).

Nos EPC, os proprietários das instalações exigem às ESE que as poupanças garantidas, contratualmente estabelecidas, sejam medidas e verificadas de uma forma

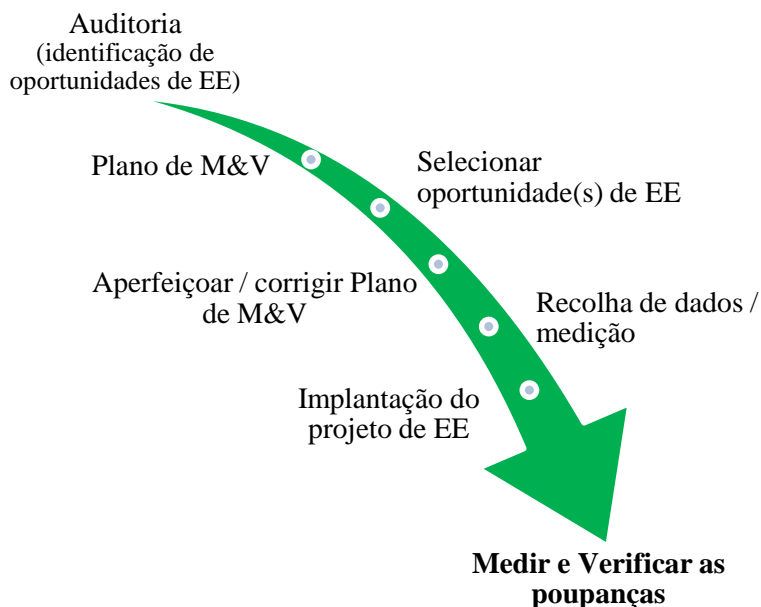
consistente, transparente e custo-eficaz. A intenção inicial dos proprietários é delegar toda a responsabilidade de alcançar as poupanças energéticas e de garantia de desempenho energético para a ESE no entanto, é impossível a empresa responsável controlar a 100% todas as condições que podem influenciar o rendimento da instalação. Tais fatores exógenos ao controlo da ESE podem estar relacionados com o clima em si; com o número de horas de funcionamento dos equipamentos de poupança; com práticas de O&M que incluem manutenção preventiva e reparação/substituição de equipamentos; com o modo como o equipamento é usado; com alterações na própria instalação que podem aumentar o consumo de energia; e com a taxa de ocupação do edifício. Por outro lado, as ESE também são muito avessas a assumirem a responsabilidade pelo desempenho do equipamento de conservação de energia se está a seu cargo a tarefa de seleção, aplicação, *design*, engenharia e instalação dos mesmos (Buonicore, 2011).

É no seguimento de todas estas incongruências que a M&V e os respetivos planos assumem um papel fulcral, assumindo-se deste modo como um mecanismo mediador e facilitador no processo de tomada de decisão e de resolução de conflitos entre as partes envolvidas. Há então necessidade de chegar a um consenso entre as partes no que respeita à partilha do risco e responsabilidades nos projetos e às metas a cumprir. Neste ponto o preenchimento de uma Matriz de Risco e Responsabilidade permite facilitar o entendimento relativamente às abordagens exigidas no Plano M&V indicando que condições são da responsabilidade da ESE e assim que documentos deverão ser fundamentados durante a duração do contrato. A afetação de responsabilidades deve ter em conta os recursos e as preferências do cliente e a capacidade da ESE em controlar determinados parâmetros. Em geral, o contrato deve exonerar a ESE da responsabilidade de fatores que não consegue controlar e responsabilizá-la pelos parâmetros controláveis (risco) tais como a manutenção da eficiência dos equipamentos (FEMP, 2008).

A importância de um bom plano de M&V será também um ponto essencial para que os investidores e patrocinadores apostem cada vez mais em projetos de EE. De facto, a qualidade do plano de M&V pode influenciar os termos e as condições de financiamento. Boas práticas de M&V além de permitirem um melhor entendimento e gestão relativamente aos riscos de *performance* dos projetos, ajudam a obter

financiamentos ajustados aos projetos, aumentando a confiança de que os investimentos em EE vão resultar em poupanças suficientes para o futuro pagamento da dívida. De notar que no contexto da M&V o termo “risco” refere-se à incerteza quanto ao alcance das poupanças esperadas, incluindo as potenciais consequências monetárias. O desenvolvimento dos planos de M&V deverá ser um esforço conjunto entre as partes envolvidas e iniciado numa fase prévia no processo de auditoria energética, bem antes da implementação do projeto. Um plano de M&V deve fazer parte de qualquer projeto de EE, seja ela de pequena ou grande dimensão. A Figura 3 exemplifica as diferentes etapas que um projeto-tipo de EE está sujeito.

Figura 3 - Diferentes etapas de um projeto-tipo de EE



Fonte: Energy Efficiency Council, 2008

As técnicas de M&V podem também ser utilizadas pelos proprietários da instalação ou pelos investidores do projeto de EE para aumentar o valor dos créditos de redução de emissão. Assim sendo, explicar as reduções de emissão acrescenta um valor adicional aos projetos de eficiência. A utilização de um plano de M&V para determinar a poupança de energia melhora relatórios de redução de emissão em comparação com relatórios feitos sem recurso a planos de M&V (IPMVP, 2012, p.5).

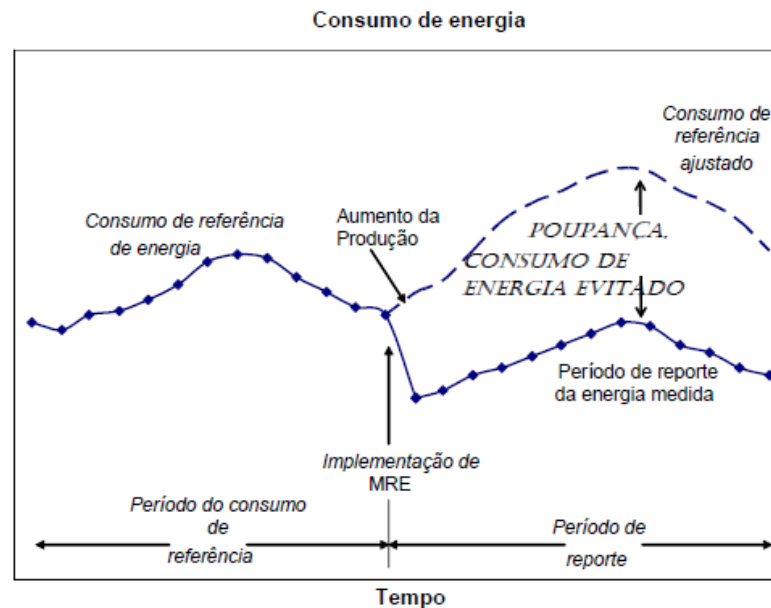
2.4. Procedimento genérico da M&V – Cálculo das Poupanças

A poupança de energia não pode ser medida diretamente, uma vez que a poupança representa a ausência do consumo de energia ou da procura. Posto isto, deverá ser determinada comparando o consumo antes e depois da implementação de um programa de EE, fazendo ajustes adequados às alterações nas condições (IPMVP, 2012, p.7).

A Figura 4 seguinte retrata o procedimento geral do cálculo das poupanças energéticas. De facto, o processo engloba o histórico de consumo de energia antes e depois da implementação de uma MRE. À partida, esse processo seria muito simples se não se tivesse em consideração um conjunto de variáveis independentes que podem influenciar positiva ou negativamente o consumo de energia de uma instalação de consumo. Neste cenário simplista, a poupança seria calculada pela diferença entre o valor da medição no período de referência e o consumo de reporte (assumindo-o contínuo ao longo do tempo), dando uma subinformação acerca do efeito da MRE.

No entanto, este caso é irrealista já que fatores como o aumento/redução de produção, alteração de condições climatéricas ou da taxa de ocupação, por exemplo, fazem variar permanentemente os níveis de consumo energético de uma instalação, sendo crucial proceder a ajustes no consumo do período de referência (chamado consumo de referência ajustado, em inglês “Extended Baseline Pre-ECM Energy”).

Figura 4 - Procedimento geral do cálculo das poupanças energéticas



Fonte: IPMVP, 2009

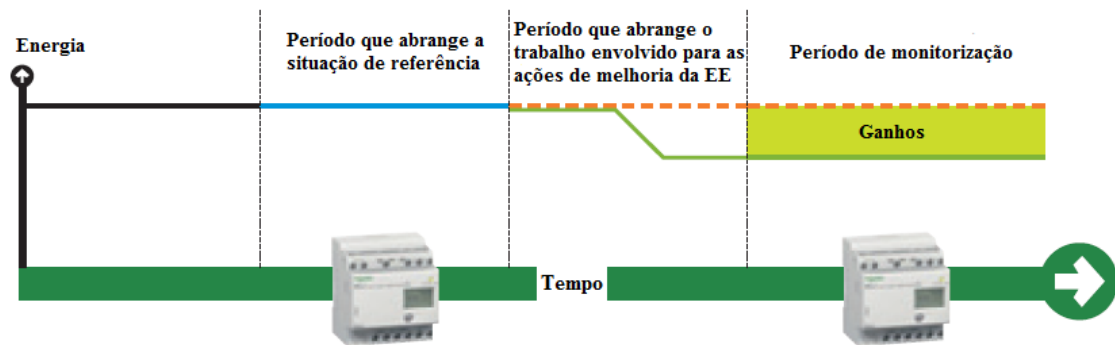
A poupança é, então, a diferença entre o consumo de referência ajustado e a energia efetivamente medida durante o período de reporte. Assim, a comparação antes e após a implementação das MRE obedece à seguinte equação:

$$\text{Poupanças} = (\text{Consumo ou procura durante o Período do consumo de referência} - \text{Consumo ou procura durante o Período de reporte}) \pm \text{Ajustes}$$

O termo “ajustes” na equação é utilizado no sentido de ajustar o consumo dos períodos de consumo de referência e de reporte sob um conjunto comum de condições. Este termo distingue relatórios de poupança reais de uma simples comparação de custo ou utilização antes e depois da implementação de uma MRE. Para reportar adequadamente a poupança, os ajustes devem explicar as diferenças nas condições entre o consumo de referência e os períodos de reporte (IPMVP, 2012, p.8).

A Figura 5 exemplifica o caso de uma curva de consumo de energia anual de um edifício constante e uma redução do consumo energético após a implementação de melhorias ao nível da EE, ao longo do tempo.

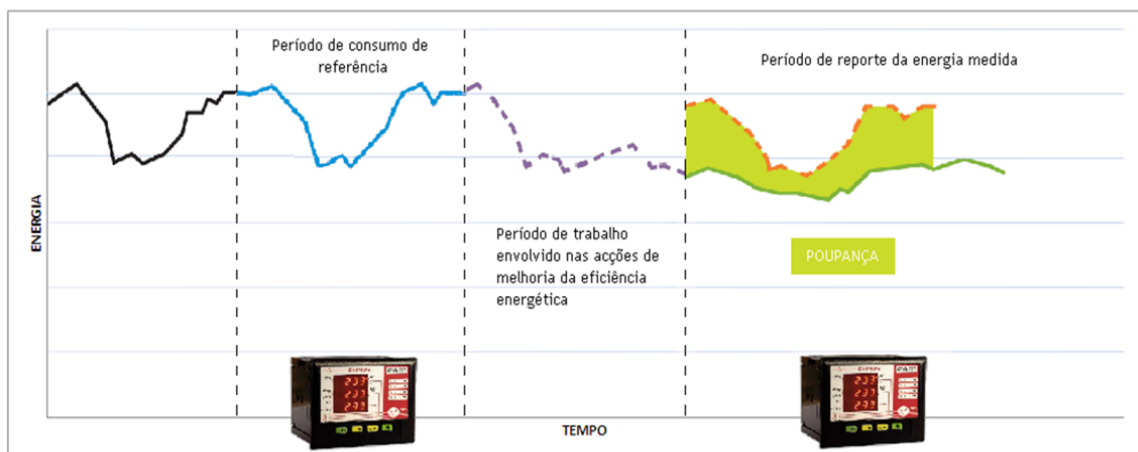
Figura 5 - Perfil constante da curva de consumo



Fonte: CLUBE2E, 2009

Espontaneamente afirma-se que a diferença entre o consumo de energia durante o período de referência e o consumo de energia, durante um período similar, após a implementação das MRE (durante o período de monitorização contratual), será a poupança obtida (área amarela). No entanto, o perfil da curva de consumo coincide mais com o da Figura 6, com altos e baixos geralmente não reproduzidos exatamente da mesma forma de um ano para o outro. Esta inconsistência comportamental deve-se essencialmente às variáveis independentes, como o clima, taxa de ocupação, nível de produção, etc. (CLUBE2E, 2009, p.9).

Figura 6 - Perfil variável da curva de consumo



Fonte: CLUBE2E, 2009

2.5. Protocolos da M&V

Em 1990, os investimentos em projetos de EE foram menores do que os esperados devido ao elevado grau de incerteza e risco associados às futuras poupanças energéticas. Esta incerteza resultou essencialmente da imprecisão dos protocolos de M&V que apresentavam múltiplas abordagens de engenharia relativamente à eficiência de uma instalação e determinação da poupança (EVO). A elaboração de um protocolo *standard* de M&V foi então, essencial para o sucesso da atividade nomeadamente junto das instituições financeiras de forma a reduzir o grau de incerteza associado ao uso de diferentes protocolos para cada projeto.

O intitulado Protocolo Internacional para a Medição e Verificação de *Performance* – PIMVP (*International Performance Measurement and Verification Protocol* – IPMVP) foi criado como parte de um programa iniciado em 1994 pelos *US Department of Energy* como resposta à necessidade de criar melhores ferramentas para prever e medir os resultados dos projetos de EE. O enquadramento flexível das opções disponibilizadas pelo IPMVP permite aos profissionais da M&V elaborar um plano adequado para cada situação e transmitir confiança às partes que esperam colher os benefícios do projeto em causa. Definições claras da terminologia e forte ênfase em métodos consistentes e transparentes são os pressupostos do protocolo. Os detalhes deverão ser diferentes de projeto para projeto mas as opções e os métodos apresentados no IPMVP têm sido amplamente aceites em centenas de projetos e programas em diferentes países (Meyers e Kromer, 2008)

O IPMVP é, então, um documento que serve como guia (não um *standard*) para o uso por parte de profissionais ligados ao setor energético como base para determinar as poupanças energéticas alcançadas de forma precisa e transparente. É um documento de orientação dado que, em vez de prescrever o modo de procedimento da M&V, delineia os componentes e atividades que constituem um plano aceitável para a M&V em proporção com o nível de risco e a incerteza associada com as poupanças esperadas do projeto de EE. Assim sendo, o protocolo apresenta um quadro conceptual e define claramente os termos necessários para determinar as poupanças energéticas após a implementação das MRE. Também especifica os conteúdos do plano de M&V que

devem ser elaborados, tendo sempre como pressupostos o rigor, perfeição, conservadorismo, consistência, relevância e transparência (princípios do IPMVP).

O protocolo foi criado com o objetivo de estabelecer procedimentos gerais da forma de medição, cálculo e reporte das poupanças geradas em projetos de EE, definindo ainda que estas devem ser analisadas de acordo com um plano de M&V baseado em quatro opções (A, B, C e D). A seleção de uma determinada opção é uma decisão que é tomada pelo técnico de concepção do programa de M&V para projetos específicos, baseado num conjunto de condições do projeto, análises, orçamentos e avaliação profissional (IPMVP, 2012, p.32).

A par do IPMVP foi criado o protocolo *Federal Energy Management Program – M&V Guidelines: Measurement and Verification for Federal Energy Projects*. Este protocolo contém procedimentos específicos para a aplicação de conceitos originários do IPMVP. Representa uma aplicação específica do IPMVP para projetos federais. Os seus procedimentos descritos determinam as abordagens da M&V, as avaliações e relatórios da M&V e estabelecem a base de pagamentos para poupanças energéticas durante o contrato. Estes procedimentos são totalmente compatíveis e consistentes com o IPMVP (FEMP, 2008, pp.1-4).

Além destes existem ainda outros onde as adequadas práticas de M&V são demonstradas:

- ✓ *ASHRAE Guideline 14* – altamente técnico;
- ✓ *Australian Best Practice Guide* – baseado no IPMVP;
- ✓ *ISO 50001 – Energy Management Standard* – integra aspetos de M&V mas é mais abrangente.

2.6. Estrutura e Opções do IPMVP – Visão Geral

As quantidades de energia podem ser medidas por uma ou mais das seguintes técnicas (IPMVP, 2012, p.16):

- ✓ Faturas da empresa do setor energético ou do fornecedor de combustível;
- ✓ Leitura dos contadores da empresa do setor energético;
- ✓ Contadores especiais que isolam a MRE ou parte da instalação do resto da instalação. As medições podem ser periódicas durante pequenos intervalos, ou contínuas durante os períodos do consumo de referência ou reporte;
- ✓ Medições separadas de parâmetros usados no cálculo do consumo de energia;
- ✓ Medição de provas de substituição de consumo de energia;
- ✓ Simulação por computador que é calibrada por alguns dados de desempenho energético reais para o sistema ou instalação a ser modelados.

O IPMVP fornece quatro opções para calcular as poupanças energéticas:

- ✓ Opção A. Medição Isolada da MRE: Medição dos parâmetros chave;
- ✓ Opção B. Medição Isolada da MRE: Medição de todos os parâmetros;
- ✓ Opção C. Toda a Instalação;
- ✓ Opção D. Simulação Calibrada.

De realçar o facto de todos os cenários expostos para determinar as poupanças/economias serem estimados, já que o desempenho pode ser medido mas as economias não.

A escolha entre as opções implica muitas condições incluindo o local da fronteira de medição que deverá ponderar toda a energia utilizada e variar em precisão e em custo de implementação⁴. O objetivo de disponibilizar diferentes opções passa por dotar os técnicos de maior flexibilidade no custo e no método de avaliação das economias. Se for decidido determinar a poupança ao nível da instalação, as Opção C ou D podem ser favorecidas. Por outro lado, a Opção A, B ou D fazem mais sentido nos casos em que se

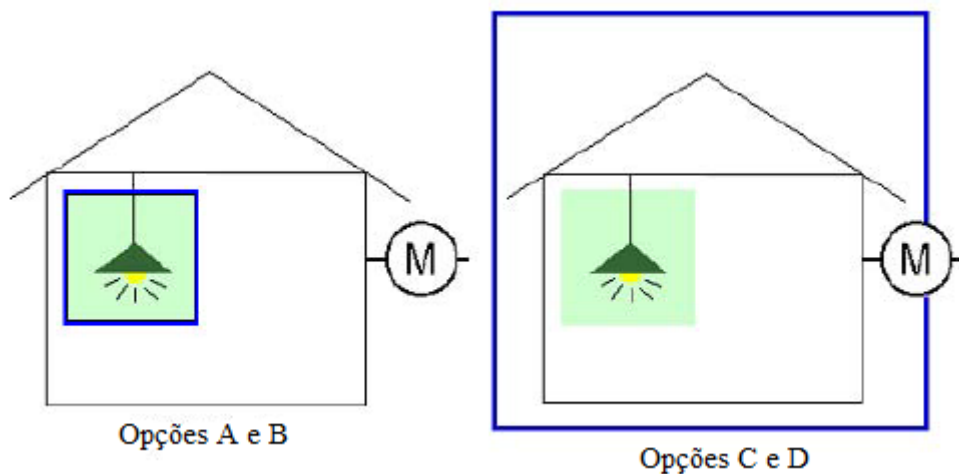
⁴ O custo de determinada opção é influenciado por vários fatores, tais como: o número de pontos de medição; a complexidade dos modelos de estimação; esforço exigido para a calibração do modelo de simulação no caso da opção D; a frequência das inspeções durante o período pós-instalação; o número de variáveis independentes usadas nos modelos; etc.

tem apenas em consideração o desempenho energético da própria MRE. Neste caso uma técnica de medição isolada da MRE pode ser mais adequada (IPMVP, 2012, p.16).

As abordagens de M&V desagregam-se então, em dois tipos: medição isolada da MRE e medição global da instalação. O primeiro caso abrange apenas os equipamentos afetados ou sistemas independentes do resto da instalação. Por outro lado, o cenário da medição global da instalação considera o consumo total de energia, negligenciando o desempenho dos equipamentos. Um aspeto crucial que distingue as duas abordagens diz respeito ao delineamento do local da fronteira de medição, tal como podemos verificar pela Figura 7. As duas principais questões que diferenciam o uso das quatro opções são:

1. As poupanças vão ser medidas para cada MRE individualmente ou para todas as MRE em toda a instalação?
2. Qual é a disponibilidade, frequência e duração do período de referência e do período de reporte?

Figura 7 - Definição da fronteira de medição



Fonte: FEMP, 2008, p.4-1

A medição isolada das alterações (Opção A e B) permite o estrangulamento da fronteira de medição no sentido de reduzir o esforço exigido para monitorizar variáveis independentes e fatores estáticos, quando as medidas afetam apenas uma parte da instalação. No entanto, este tipo de medição requer normalmente contadores adicionais na fronteira de medição. Fronteiras de medição mais restritas também introduzem a possibilidade de “fuga” através de efeitos interativos não medidos. Tendo em conta que

o resultado da medição é inferior a toda a instalação, os resultados das técnicas da medição isoladas das MRE não podem ser correlacionados com o consumo de energia total da instalação evidenciado nas faturas da empresa de serviços energéticos (IPMVP, 2012, p.18).

No caso da Opção C a medição implica a utilização de contadores da empresa do setor energético, contadores de toda a instalação, ou subcontadores para avaliar o desempenho energético de toda a instalação. A fronteira de medição inclui deste modo, toda a instalação ou uma grande parte desta. Esta opção determina a poupança coletiva de todas MRE aplicadas à parte da instalação monitorizada pelo contador de energia. Uma vez que são usados todos os contadores da instalação, a poupança reportada com esta opção inclui os efeitos positivos ou negativos de todas as alterações feitas na instalação que não estão relacionadas com a MRE (IPMVP, 2012, p.25).

2.7. Contrato de Desempenho Energético

Tal como já foi referido anteriormente, apesar de existirem vários modelos de desempenho energético, o pressuposto essencial da indústria de SEE são os contratos de desempenho energético em função da *performance*. Ou seja, os rendimentos usufruídos pelas ESE durante o período do contrato dependem dos resultados de poupança que as MRE efetivamente proporcionarem aos seus clientes.

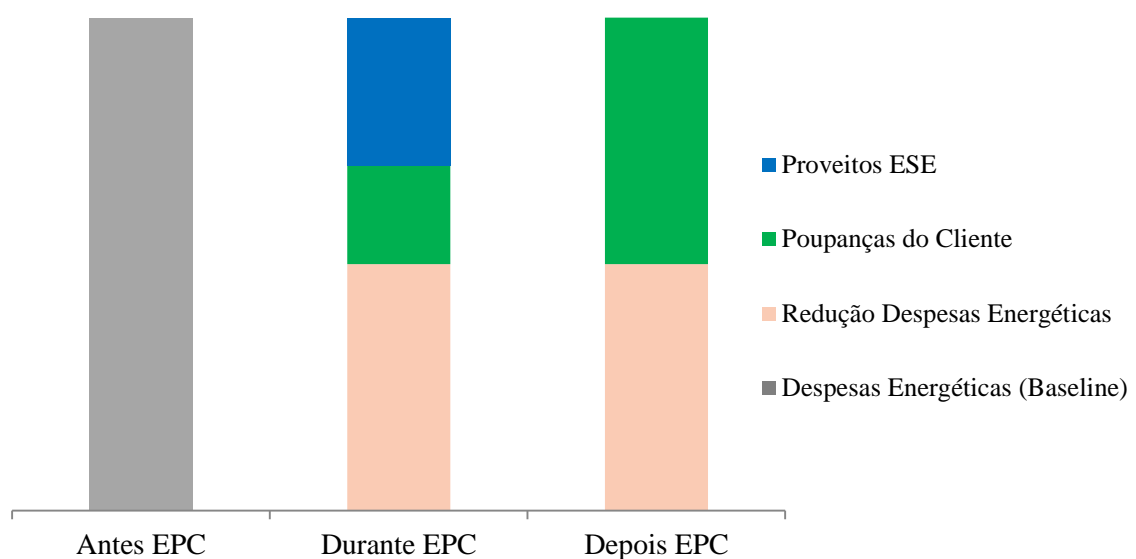
É uma forma de financiamento por parte da ESE que inclui garantias de poupança energética associado ao próprio fornecimento do serviço de instalação da MRE, ou seja, visa a implementação de melhorias ao nível da EE que são financiadas ao longo do tempo através das poupanças operacionais garantidas. Este mecanismo permite aos clientes obter grandes vantagens tanto económicas como ambientais funcionando como um mecanismo facilitador para a implementação deste tipo de projetos. Este tipo de contrato inclui alguns problemas ainda por resolver que passam pela incerteza quanto ao risco que envolvem os contratos de desempenho de longo prazo, os múltiplos participantes envolvidos e a falta de experiência verificada em alguns países⁵ (Xu, Chan *et al.* 2011).

⁵ Atualmente já existem seguros que cobrem os riscos inerentes às remunerações de um EPC.

No entanto, os EPC não são apenas uma ferramenta de financiamento mas também um mecanismo de mercado para a prossecução dos projetos de EE. Através destes contratos a ESE vai providenciar financiamento para a implementação de um conjunto de medidas que visam melhorar o desempenho energético da instalação com pouco ou nenhum investimento inicial.

A Figura 8 retrata todo o processo de distribuição dos proveitos resultantes do investimento nas MRE, durante e após o período do contrato ESE. Neste tipo de contratos os custos energéticos são menores e parte das poupanças são apropriadas pela ESE pelas melhorias que foram implementadas. As poupanças realizadas através de um projeto EPC providenciam uma “renda” para financiar o projeto. Depois do contrato cessar, qualquer poupança gerada adicionalmente pertence ao cliente. A primeira barra da figura representa os custos de energia totais antes da implementação das MRE. Na segunda barra, depois da implementação das MRE, as poupanças são partilhadas entre o cliente e a ESE durante o período do contrato. Depois disso, tal como já foi referido, todas as poupanças pertencerão exclusivamente ao proprietário da instalação, representado pela terceira barra. Concluindo a análise da figura, a distribuição dos proveitos assenta deste modo em duas componentes: fixa e variável. A componente fixa é garantida pela ESE através de um desempenho mínimo das medidas de EE implementadas. A componente variável é calculada pela ESE e está relacionada com indicadores específicos que regulam o EPC.

Figura 8 - Alocação dos Proveitos para EPC



Fonte: FEMP, 2008, pp.13

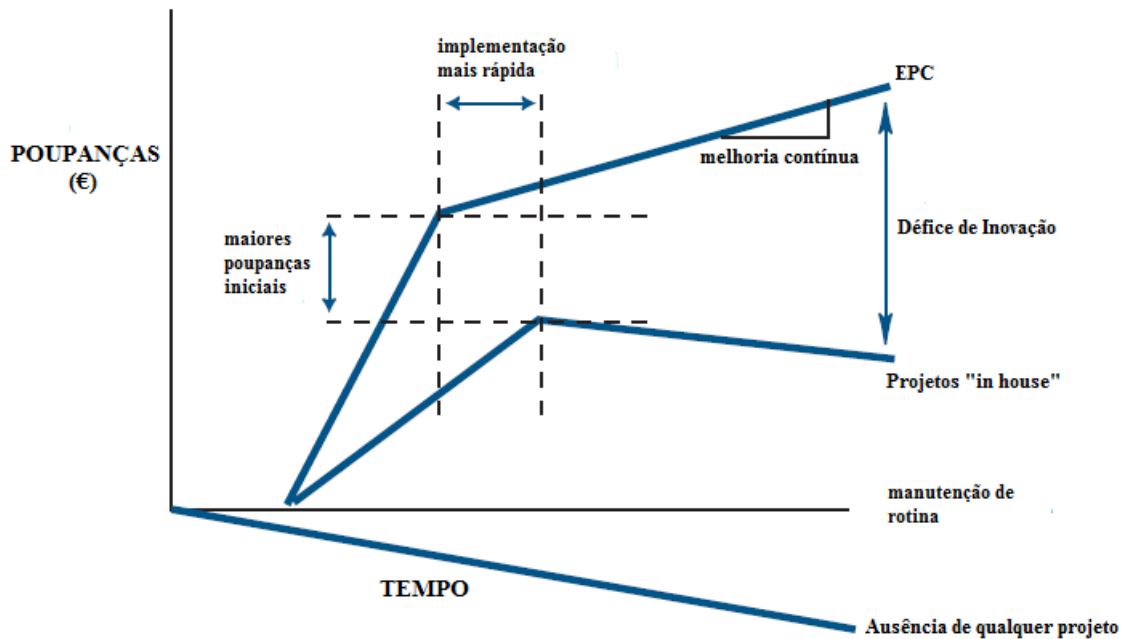
A ESE encarrega-se de fornecer um conjunto de serviços ao longo período contratualmente estabelecido e mesmo depois disso, de forma a assegurar que as MRE e o melhor desempenho energético obtido seja mantido a longo prazo (Xu, Chan *et al.* 2011)

Os contratos baseados na *performance* energética podem conferir às partes envolvidas, um nível de poupanças muito superiores às poupanças geradas nos projetos ditos “tradicionais”. Esta diferença deve-se essencialmente à combinação de vários fatores: vantagens de economia de escala, incentivos de *performance* e de mercado (Capelo, 2012).

- ✓ Economias de escala: tendo em conta que a maioria das empresas não possui *know-how* suficiente nem está completamente familiarizada com este tipo de projetos, deverão recorrer às ESE para que os projetos de EE sejam geridos da melhor maneira;
- ✓ Incentivos de *performance*: este tipo de contratos funcionam como que um incentivo para que a empresa tenha presente na sua estratégia organizacional de longo prazo, a melhoria do desempenho energético da instalação. Nos projetos em que não se recorre às ESE para implementação das melhorias de desempenho energético (projetos “in house”), são os mecanismos de gestão interna da instalação que fomentam tais incentivo;
- ✓ Incentivos de mercado: este ponto está relacionado com a competitividade do mercado SEE. Ao contrário dos projetos “in house” em que é a própria organização que se encarrega de tais melhorias não estando sujeita deste modo, a qualquer tipo de concorrência, no caso dos EPC, existe forte concorrência no processo de consulta da organização cliente, pelo que haverá incentivo adicional às ESE para otimizarem as poupanças geradas pelo projeto.

A Figura 9 remata, de certa forma, as principais vantagens de um EPC bem-sucedido: o potencial para grandes poupanças, o *driver* para a melhoria contínua e para um desempenho energético cada vez melhor.

Figura 9 - Principais vantagens de um EPC em relação às abordagens tradicionais



Fonte: The Australasian Energy Performance Contracting Association for the Energy Efficiency Best Practice Program in the Australian Department of Industry Science and Resources, 2000

Concluindo, para que a proliferação deste tipo de contratos seja uma realidade é estritamente necessário que os proprietários dos edifícios estejam cientes de todas as vantagens que este modelo constitui em relação a projetos “in house” e para isso será importante demonstrar aos decisores políticos todos os casos de sucesso e as mais-valias que este tipo de projetos transfere para todas as partes.

2.8. Ponderação entre a incerteza e os custos da M&V

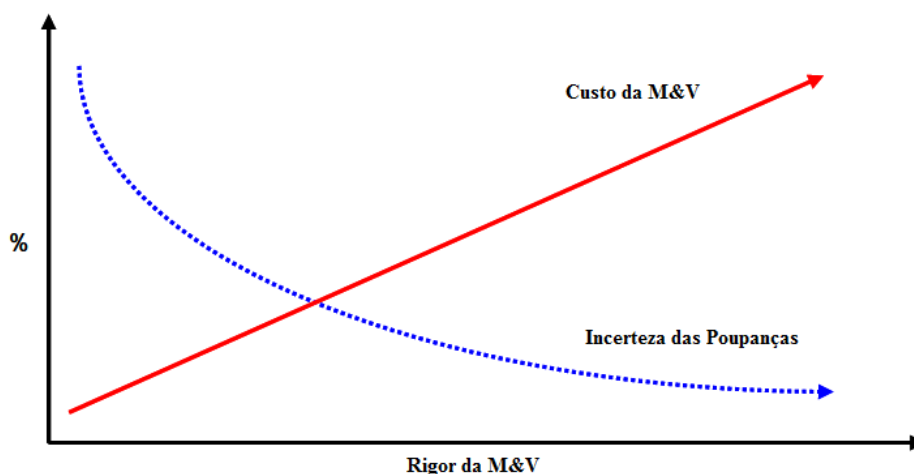
O objetivo de um plano de M&V é delinear o processo de M&V de uma forma custo-eficaz, para que os custos inerentes ao processo não excedam um determinado montante que possa torná-lo economicamente inviável. As poupanças reportadas deverão ser determinadas com precisão, certeza e verificabilidade, consistente com o orçamento para o projeto de EE. Um dos aspetos mais desafiadores da M&V é, então, fornecer a precisão adequada ao mesmo tempo que é assegurado que os custos da M&V são suportáveis (FEMP, 2008, p.5-8).

Não é da responsabilidade do processo de M&V explicar o porquê das poupanças serem maiores ou menores do que as esperadas. No entanto, tem sido demonstrado que projetos de EE com um bom plano e gestão de M&V têm maiores níveis de poupanças geradas, maior perseverança e menor variabilidade ao longo do tempo.

A medição de uma quantidade qualquer inclui sempre erros, dado que nenhum instrumento de medição é 100% preciso. Tal como podemos ver pela Figura 10 seguinte, a precisão/rigor varia no mesmo sentido dos custos de M&V. O valor incremental da informação obtida pelo aumento de rigor da M&V vai até certo ponto ser menor do que o respetivo custo de a obter (ponto de interseção). Infelizmente não existe uma maneira fácil para determinar esse ponto, devendo-se confiar no julgamento e experiência para determinar o que é custo-eficaz e o que não é. Encontrar a melhor ponderação entre a incerteza e os custos é uma “simples” questão de gestão de risco. Os custos médios típicos anuais de M&V são inferiores a 10% da poupança média anual a ser avaliada, variando normalmente entre os 3% e 5% (The Australasian EPC Association for the Innovation Access Program of AusIndustry in the Australian Department of Industry Tourism and Resources, 2008, p.54).

Não se pode esperar que todas as MRE implementadas atinjam o mesmo nível de incerteza de M&V, uma vez que a incerteza é proporcional à complexidade da MRE e às variações de funcionamento durante o período de referência e de reporte. Assim, uma MRE com um grau de complexidade superior exige procedimentos mais rigorosos e por conseguinte mais caros, especialmente se a incerteza quanto às poupanças é alta.

Figura 10 - Lei dos Proveitos Decrescentes da M&V



Fonte: FEMP, 2008, p.5-9

A incerteza e o risco associado às poupanças energéticas podem ser diretamente mitigadas usando o ESI. Este seguro pode funcionar como uma solução para facilitar o financiamento e eliminar as preocupações por parte do proprietário do edifício, em redor de um desempenho abaixo do esperado (Buounicore, 2012).

2.9. ISO 50001:2011, Sistema de Gestão de Energia – Oportunidade para a M&V

As empresas por si, só não são capazes de controlar o preço da energia, as políticas governamentais ou a economia global no entanto, cada uma pode melhorar o modo como gere a componente energética. A aposta contínua na melhoria do desempenho energético de uma empresa pode trazer rápidos benefícios através da maximização do uso das suas fontes de energia e dos seus ativos, reduzindo tanto os custos energéticos como os respetivos consumos. Enfatizando o bom desempenho energético, as organizações realizarão contribuições significativas para combater a depleção dos recursos naturais, mitigando os efeitos globais do consumo de energia, como o aquecimento global. É neste contexto que surge a ISO 50001, baseada num modelo de gestão que já está a ser amplamente implementado e percebido por organizações em todo o mundo. Esta norma pode trazer mais-valias a curto-prazo para qualquer tipo de organização, independentemente do tipo, tamanho, setor, etc. (ISO, 2011a).

Este padrão internacional especifica um conjunto de requisitos de um EnMS para que uma empresa desenvolva e implemente uma política de consumo energético mais eficiente, estabeleça objetivos, metas e planos de ação tendo em conta requisitos legais e informação relacionada com o consumo de energia. Um EnMS permite à organização alcançar os seus compromissos energéticos, tomar as ações devidas para melhorar o seu desempenho energético e demonstrar conformidade do sistema para com os requisitos estabelecidos por este padrão. O seu objetivo é, então, fornecer um guia às instalações comerciais e industriais para que integrem a EE nas suas práticas de gestão, nomeadamente no processo de produção e na melhoria dos seus próprios sistemas industriais.

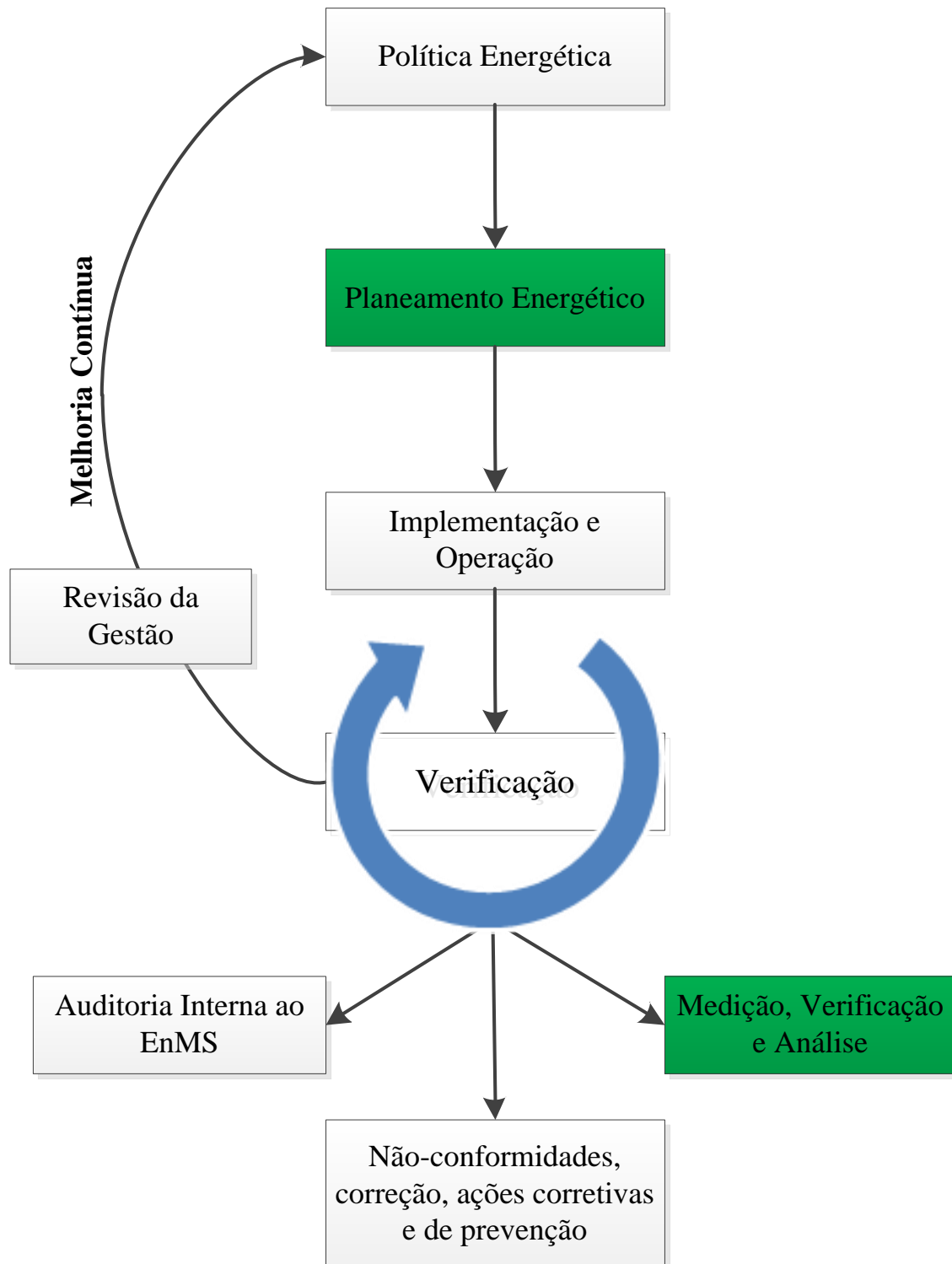
Esta norma internacional, tal como outras, baseia-se no ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), como pode ser verificado pelo modelo seguinte (ISO, 2011b):

- ✓ **Plan:** orientar uma análise energética e estabelecer a *baseline*, os EnPIs, objetivos, metas e planos de ação necessários para alcançar resultados em conformidade com as oportunidades para melhorar o desempenho energético e a política energética da organização;
- ✓ **Do:** implementar planos de ação de gestão energética;
- ✓ **Check:** verificar e medir os processos e as características chave das operações das organizações que determinam o desempenho energético conforme a política energética e os objetivos e reportar os resultados;
- ✓ **Act:** executar medidas de melhoria contínua do desempenho energético e do EnMS.

Analisando a Figura 11, chega-se facilmente à conclusão que existem alguns pontos da ISO 50001 que se enquadram na M&V, nos quais se destacam as fases do planeamento energético e da medição, monitorização e análise (etapas assinaladas a verde). Será deste modo uma grande oportunidade aproveitar o plano de M&V para incluir a fase do planeamento energético no qual a ESE deverá planear e documentar o modo como monitoriza, mede, analisa e melhora todo o processo de M&V, assim como identificar os EnPIs adequados para verificar e medir o desempenho energético da empresa. É crucial que os órgãos de gestão tenham sempre consciência da perceção do cliente em relação ao facto do seu modelo de sistema de gestão energética cumprir ou não com os requisitos da norma. O planeamento energético deverá ser consistente com a política energética da empresa e deverá promover um conjunto de atividades que melhoram continuamente o desempenho energético da organização.

No que diz respeito à fase da medição, verificação e análise será também oportuno considerá-la no plano de M&V, garantindo que qualquer DMM utilizado para monitorizar ou medir a conformidade do EnMS e as poupanças energéticas estejam aptos ao longo do termo do contrato, a fornecer resultados precisos e transparentes. Atividades como a identificação dos DMM críticos e dos respetivos erros máximos admissíveis e gamas de medição, definição de planos de verificação/calibração ou análise dos certificados, poderão assumir-se como procedimentos com características semelhantes tanto ao nível da M&V como da ISO 50001.

Figura 11 - Enquadramento da M&V no processo de Melhoria Contínua da ISO 50001



Fonte: ISO, 2011a

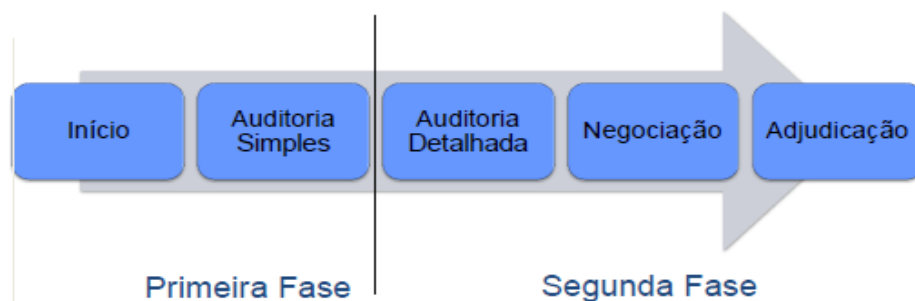
2.10. Eco.AP: Pré-Análise

i. Contextualização

No âmbito da ENE 2020 foram estabelecidos objetivos ambiciosos ao nível da EE a alcançar no horizonte temporal em causa. Inicialmente foi fixada a meta dos 20% de aumento da EE, sendo posteriormente retificada para 30%, representando o verdadeiro desígnio em matéria de EE no setor público. Por outro lado, um dos principais objetivos da ENE 2020 passa também por desenvolver um *cluster* industrial associado à promoção da EE (desenvolvimento do mercado ESE). Neste domínio foi criado o Programa Eco.AP que atualmente está em fase de preparação e arranque⁶. Consiste na implementação de um conjunto de medidas de EE para execução a curto, médio e longo prazo nos serviços, organismos e equipamentos públicos, tendo como finalidade alterar comportamentos e promover uma gestão racional dos serviços energéticos nomeadamente através da contratação de ESE (ADENE, 2012b).

O processo de escolha da ESE realiza-se através de concursos, seguindo a estrutura definida no Decreto-Lei n.º29/2011, de 28 de Fevereiro (Figura 12). Após a auditoria simples são escolhidas duas ESE, em função da melhor alternativa em termos de partilha de poupanças que apresentarem ao Estado (sendo que estão definidos valores mínimos), prevendo-se em cada uma das fases a existência de um conjunto de ações por parte da entidade adjudicante e/ou concorrentes.

Figura 12 - Etapas do processo de escolha das ESSE



Fonte: ADENE, 2012^a

⁶ O Programa de EE na Administração Pública (ECO.AP) foi lançado pelo Governo no início de 2010.

Durante a segunda fase do concurso cada medida de EE terá a sua métrica proposta para a M&V, de acordo com o protocolo IPMVP. Estes protocolos de M&V serão propostos pela ESE e serão aprovadas (ou comentadas) pela Instituição Pública, durante a fase de negociação. Depois da adjudicação, é um protocolo do projeto, aceite e mantido por todas as partes (ADENE, 2012a). No programa Eco.AP como o risco não é partilhado, ou seja, o investimento pertence exclusivamente à ESE, a verificação dos equipamentos de medição deve ser supervisionado pela mesma já que a Instituição Pública tem determinado nível de poupanças garantido pelo que não está interessada na manutenção do equipamento. Pelo contrário, no caso dos EPC em que o risco é partilhado, poderá haver interesse por parte do cliente na monitorização do equipamento de medição de forma a maximizar o nível de poupanças.

ii. Algumas Considerações

Apesar da grande expectativa em redor do potencial do Eco.AP e da esperança deste programa ser o grande impulsionador do mercado ESE, muito pouco se tem feito em concreto para a sua efetiva implantação, a não ser inconsequentes planos estratégicos e definição e redefinição de novos objetivos e metas. Várias razões poderão ser apontadas para o fracasso inicial deste projeto. Para começar, e tal como já foi referido anteriormente, o número de ESE inscritas na DGEG é avultado o que tem feito crescer de forma exponencial a concorrência do setor. Esta crescente competitividade do setor poderia ser benéfica para o mercado no entanto, atualmente, muitas empresas consideram a indústria dos serviços de energia apenas “uma oportunidade de negócio para diversificar os seus serviços com o objetivo de ultrapassarem a crise que os seus setores de origem apresentam.” (Salsa e Quadros, 2011). São empresas que se registaram apenas para se poderem posicionar, onde a ignorância relativamente ao real funcionamento do mercado ESE é um facto. Como consequência não se tem investido afincadamente na implantação do programa.

Outra das causas apontadas para o fracasso do programa prende-se com os elevados riscos económico-financeiros que as ESE enfrentam. O risco é o de a ESE incorrer em custos iniciais elevados, sem saber se há condições técnicas, económicas e financeiras para negociar um eventual EPC. Será também da responsabilidade das ESE investirem,

instalarem os equipamentos adequados, procederam à respetiva manutenção e medição das poupanças, etc. O financiamento de todas as MRE a implementar deve igualmente ser da responsabilidade das ESE e os contratos deverão ter a duração necessária para permitir a amortização e remuneração do capital investido (Cardoso, 2011).

Tendo em conta todos estes contratempos e a conjuntura atual portuguesa muito desfavorável à implantação deste modelo de financiamento, torna-se in comportável pelo menos para as pequenas e médias empresas, aceitarem tais condições.

Concluindo, apesar do grande potencial que o setor público apresenta ao nível da EE, o programa Eco.AP, ainda que numa fase inicial, não disponibiliza o enquadramento adequado para que o mercado seja suficientemente estimulante para atrair os enormes investimentos que este tipo de projetos exige às empresas energéticas. O objetivo passará assim, pela alteração da atual metodologia implícita que se apresenta desadequada ao potencial do mercado, não garantindo o bom desempenho das ESE quer ao nível técnico, quer financeiro. Para que as ESE desempenhem o seu papel da melhor maneira, é importante que tenham acesso a recursos financeiros de elevada influência tanto a nível nacional como europeu de forma a despertar este mercado e torná-lo tão ativo como no setor privado. Será também crucial haver um processo cuidadoso de qualificação das ESE no sentido de dotar este mercado de *know-how* suficiente para que estas empresas estejam preparadas para responder a concursos e desenvolver programas-piloto.

Um papel primordial na potenciação do mercado de SEE poderá também ser assumido pelo regime de certificados brancos em Portugal, premiando as instituições com melhores resultados a reduzir os consumos de energia, permitindo também regular e monitorizar as estratégias nacionais de EE (Diário de Notícias, 2011).

Sucintamente, o programa Eco.AP já apresenta bases suficientes para arrancar tanto mais pelas boas empresas que atualmente existem no mercado e pela sua vasta experiência no setor privado. Tendo em conta que todos os negócios têm um determinado risco inerente, é importante que as empresas não esperem pela legislação perfeita e se ajustem da melhor maneira à que existe. Casos de sucesso e tecnologias comprovadas são uma realidade neste mercado, falta o investimento necessário que é extremamente importante para que se concretizem os contratos e se alcancem os objetivos propostos no programa.

Capítulo 3.

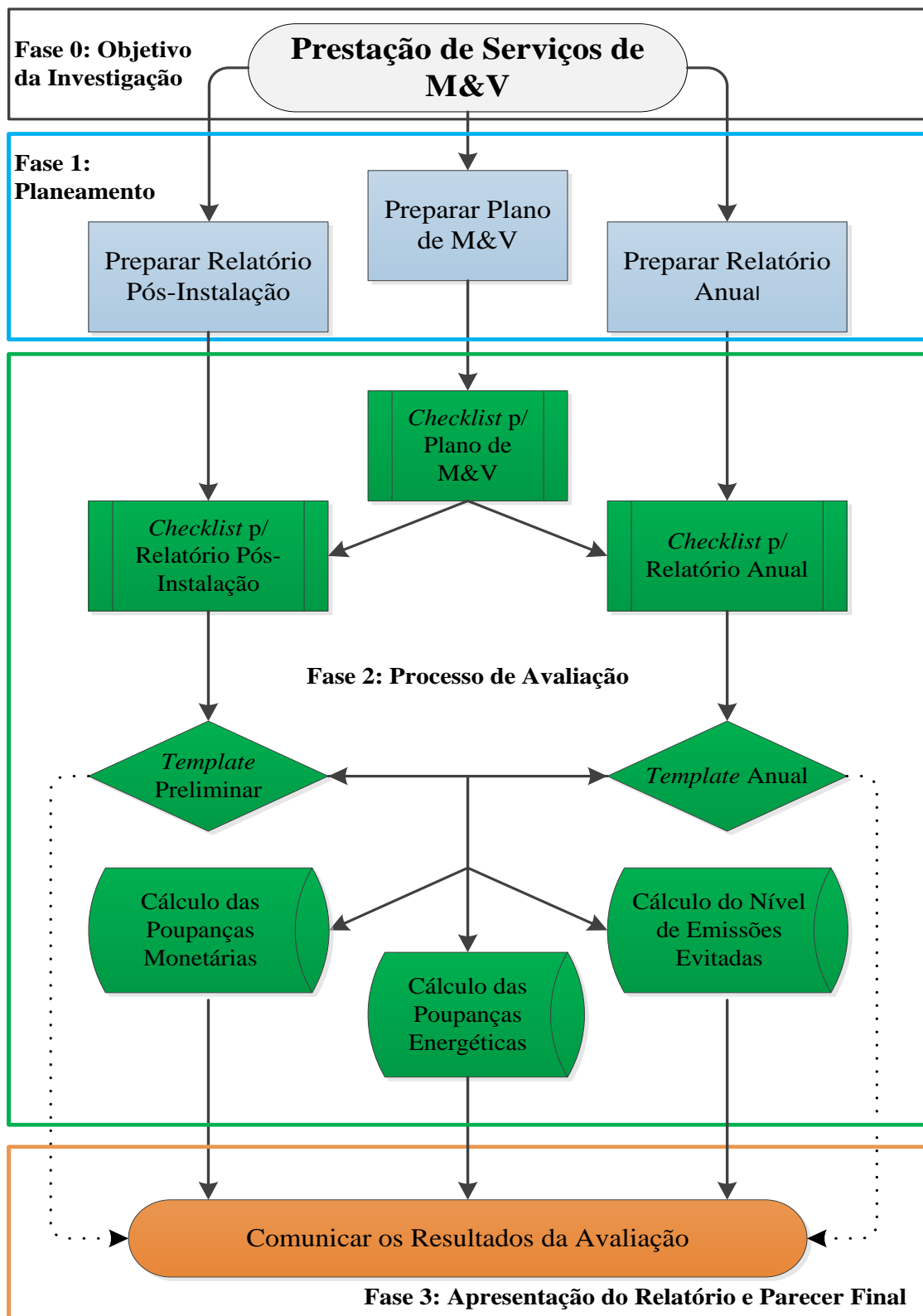
Metodologia

Neste capítulo pretende-se mostrar o modo como foi executada a pesquisa e a elaboração da dissertação e a metodologia que se pretende adotar assim como as diferentes etapas de desenvolvimento do modelo de negócio para serviços de M&V. Nesta fase é essencial explicar que elementos são necessários para responder ao objetivo formulado. Para explicar de uma forma mais perceptível ao leitor o modo como, a partir do objetivo de investigação proposto, se chegou às conclusões finais, procedeu-se à elaboração de um diagrama, retratado pela Figura 13.

A investigação foi do tipo exploratória, pretendendo-se identificar novas ideias e perspectivas para a prestação de serviços de M&V. Numa fase inicial foi identificado o problema em causa e a ideia principal do serviço, através do estudo dos principais documentos relacionados com a M&V. À medida que o conhecimento sobre a matéria se foi consolidando, trabalhou-se para obter questões mais precisas, menos amplas e para criar certos procedimentos complementares aos já existentes. O estudo exploratório teve como base não só a análise de casos específicos disponibilizados por esses documentos mas também o conhecimento de especialistas do assunto em questão.

O processo metodológico consistiu em três fases distintas, caracterizadas na Figura 13. Em primeiro lugar assumiu-se que é fundamental qualquer empresa planejar detalhadamente todos os métodos/técnicas para pôr em prática este serviço. Os métodos usados dizem respeito tanto ao Plano de M&V como ao Relatório Pós-Instalação e Anual, que funcionam como uma ponte entre a teoria e a prática. Seguidamente, para que estas técnicas sejam usufruídas da maneira mais precisa é conveniente que se estabeleça um determinado procedimento-padrão. Decidiu-se então construir uma *checklist* para cada caso, incluindo novas formas de tornar o serviço prestado mais completo através de um processo de avaliação e cálculo das poupanças e emissões evitadas com o projeto, disponibilizado pelos *templates*. Por último, incluiu-se uma terceira fase que diz respeito à necessidade de informar os investidores dos principais benefícios oriundos do projeto, tarefa que os *templates* podem desempenhar.

Figura 13 - Diagrama Metodológico



Fonte: Elaboração Própria

Posteriormente será apresentado um procedimento base para que a prestação de serviços de M&V seja realizada de forma mais simples, transparente e completa em relação aos procedimentos já existentes. Para isso foi desenvolvida uma *checklist* que compreende o Plano de M&V, o Relatório Pós-Instalação e o Relatório Anual tanto ao nível do Projeto como ao nível MRE. Pede-se aos utilizadores da mesma que preencham cuidadosamente todos os requisitos, escolhendo a opção adequada (Conformidade, Não Conformidade ou Oportunidade de Melhoria na coluna Avaliação). Nos casos em que se verifique qualquer tipo de incongruência ou oportunidade de melhoria, dever-se-á registá-la e proceder a observações/comentários na respetiva coluna, caso se depreenda conveniente.

Além disso construíram-se paralelamente duas páginas sumárias (preliminar e anual) para que as partes envolvidas em projetos de EE possam acompanhar todo o processo de M&V mais de perto e as respetivas poupanças geradas. A finalidade é disponibilizar o *background* necessário para que as empresas prestadoras deste tipo de serviço, mais concretamente a Smartwatt, tenham sempre presentes os requisitos a incluir ao desenvolver um plano de M&V e no processo de verificação e documentação das poupanças energéticas e das emissões evitadas oriundas de um projeto de EE.

3.1. Checklist para elaboração de um Plano de M&V

Um bom plano de M&V é de facto uma peça crucial para o sucesso de um projeto de EE. Para as ESE e para os proprietários dos edifícios, o principal objetivo da elaboração de um plano de M&V é definir a metodologia de verificação do desempenho das medidas implementadas e comprovar o alcance das poupanças de forma a garantir o retorno monetário de um projeto de EE. O plano de M&V faz parte de um EPC e define o modo como as medições das poupanças vão ser realizadas e os cálculos necessários para determinar os pagamentos entre ESE/cliente ou demonstrar um certo nível de tolerância relativamente ao desempenho garantido (leia-se “poupanças garantidas”).

É indispensável que os investidores tenham a máxima confiança para financiar projetos de EE, para tal um bom plano de M&V desempenha aqui um papel fundamental. De facto, a qualidade de um plano de M&V influencia os termos e as condições de financiamento. Assim sendo, a realização de um plano deve ser um

exercício conjunto entre a ESE e o proprietário (e respetivo consultor) e deverá ser iniciado o mais cedo possível, logo no início do processo de auditoria energética. O diálogo entre ambas as partes deve ser uma realidade de forma a definir objetivos realistas do projeto e alocar e documentar da melhor maneira o risco associado ao negócio.

É no seguimento da enorme importância que este tipo de plano apresenta para o sucesso de um projeto de EE que foi proposto realizar um certo procedimento padrão, recorrendo a uma *checklist*, a que os decisores possam recorrer aquando da elaboração do respetivo relatório. A *checklist* apresenta linhas gerais que os responsáveis deverão seguir para prestar serviços de M&V, podendo funcionar ainda como forma de avaliar/verificar a validade de outros planos. Em seguida propõe-se explicar o método de construção da *checklist* nomeadamente o porquê da inclusão ou não de determinados conceitos ou atividades a desempenhar no processo de M&V.

i. Informação do Projeto de Eficiência Energética e das atividades M&V

Esta identificação deverá ser efetuada no início e no decurso do Plano de M&V, assim como na fase de elaboração do Relatório Pós-Instalação e do Relatório Anual e de acordo com o seu programa de atividades, colocando à consideração da empresa a identificação dos participantes nas reuniões de abertura e encerramento, bem como dos colaboradores que acompanharão a auditoria e a instalação das MRE. A sua realização é da máxima importância para que todas as partes envolvidas no projeto estejam cientes das responsabilidades de cada um, assim como perfeitamente conhecedores das especificidades da instalação em causa, fatores que podem vir a ter grande peso na análise energética a efetuar.

ii. Definição de Fronteiras

O grande objetivo do presente trabalho, mais concretamente da elaboração da *checklist* foi torná-la completa com todos os pontos principais do procedimento de

M&V, ao mesmo tempo que perceptível e de fácil compreensão para o público em geral e para os que dela usufruem em particular.

A base de um processo de medição assenta na definição das fronteiras de medição. Ao passo que o IPMVP considera apenas a existência do conceito de fronteira de medição (retratado no ponto 6), será introduzido assim um novo conceito: fronteira de utilização. Esta conceção difere essencialmente no facto desta fronteira poder não corresponder a um limite com existência física como é o caso de espaços ainda em projeto ou conceitos de utilização não delimitáveis (ex.: iluminação exterior). As fronteiras de utilização “definem o espaço onde a energia final é utilizada e consumida, podendo existir dentro desta fronteira medidas de estado associadas às condições de consumo (ex.: ocupação, temperatura, luminosidade, conforto, produção, etc.).” (Armando, 2011, p.37).

É de extrema importância definir, também, de forma precisa a fronteira de medição e utilização na elaboração de um plano de M&V e a consequente inclusão na *checklist* de forma a permitir definir os circuitos energéticos, os espaços, as unidades de medição de fluxo e as unidades de medição de estado. Será importante avaliar, tanto no período de referência como no período de reporte, a desejada coincidência entre ambas as fronteiras, definindo modelos de ajuste caso isso não se verifique.

No processo de construção de um plano de M&V os responsáveis terão à sua disposição um conjunto de tabelas que deverão preencher no sentido de documentar e comprovar os aspetos que deverão constar no plano e que deverá ser apresentado pela ESE ao cliente final e/ou aos respetivos investidores do projeto.

iii. Persistência

Através da análise do documento *Model Energy Efficiency Program Impact Evaluation Guide* surge um conceito interessante e pertinente no qual o IPMVP não considera e que será certamente da maior importância para projetos de EE. Trata-se da noção de EUL (termo utilizado para descrever a persistência das poupanças).

Quando se decide implementar um conjunto de medidas que visem a obtenção de poupanças, certamente que se estará preocupado com a duração das mesmas. É neste seguimento que surge o EUL que “estima o número médio de anos que as MRE

instaladas, sob o desígnio de um programa de EE, se mantêm operacionais ou seja continuam a apresentar resultados ao nível das poupanças geradas.” (EPA, 2007, pp.3-10). No entanto, quando os utilizadores da *checklist* se depararem com este requisito deverão ter em conta os custos desses estudos. Por vezes são demasiado elevados pelo que deverão obedecer a uma avaliação cuidadosa no âmbito do orçamento disponível de forma a aferir se, de facto, fará ou não sentido a sua realização ou chegar a um consenso relativamente à partilha dos custos entre ESE/investidor/cliente.

Apesar de poder vir a ser complicado avaliar o EUL das poupanças considerou-se pertinente a sua inclusão no plano de M&V já que pode ser um fator crucial no processo de tomada de decisão por parte de um investidor. Quando uma ESE estabelece contactos com um possível investidor é de extrema importância demonstrar a viabilidade económico-financeira do projeto pelo que o número de anos de operacionalização dos equipamentos e as consequentes poupanças geradas são o principal indicador chave de desempenho. O mais provável é ter que se proceder a ajustes ao longo do tempo de vida do projeto na medida em que é natural que o desempenho dos equipamentos de medição se vá deteriorando com o uso. Nestes casos a O&M desempenha um papel fundamental na concretização das poupanças estimadas.

iv. *Carbon Check*

Quando se aborda o tema projetos de EE deve considerar-se o maior número de parâmetros/variáveis possíveis no sentido de aferir o verdadeiro valor do projeto em causa. Considerou-se assim que a implementação de determinadas MRE podem trazer consigo um conjunto de externalidades que deverão ser internalizadas, ou seja, tidas em conta no momento de avaliar o projeto. Independentemente do objetivo principal do projeto, quando se apresenta determinado projeto a um investidor deveremos sempre incluir “co-benefícios” ou seja, deveremos ter em conta determinadas mais-valias que poderão não ser facilmente quantificáveis mas que inflacionam o valor final do projeto. Para tornar o processo de medição do valor do projeto o mais transparente e completo possível, incluíram-se determinados requisitos relacionados com efeitos secundários oriundos da instalação de MRE, na *checklist* de M&V.

Um dos efeitos mais importantes e que sem dúvida torna um projeto mais valioso relaciona-se com o nível de emissões de CO₂ que deixam de ser emitidos em virtude da implementação de medidas de EE. Em qualquer projeto de EE as emissões evitadas são determinadas comparando as emissões verificadas após a implementação das medidas e uma estimativa do nível de emissões na ausência do projeto em causa, ou seja, emissões de CO₂ durante o período de referência. Na maior partes dos casos são calculadas as emissões indiretas evitadas, através das poupanças determinadas. Da mesma forma podem ser calculadas as emissões de CO₂ no período de referência, com base no respetivo consumo energético. Torna-se então evidente a necessidade da inclusão de tal requisito no processo de M&V dado que uma não inclusão originaria um desvio qualitativo do projeto em relação ao seu real potencial/valor.

Para o cálculo das emissões evitadas poderiam ser adotadas diferentes metodologias, no entanto, neste caso consideraram-se apenas duas abordagens de forma a uniformizar e simplificar o procedimento entre as diferentes entidades. A *Emission factor approach* será provavelmente a forma mais utilizada para o cálculo das emissões, sendo apenas necessário definir um fator de conversão (por exemplo, kilogramas de CO₂ por kWh) que posteriormente é multiplicado pelo total de poupanças energéticas alcançadas, resultando, então, em valores estimados de emissões (horárias, mensais ou anuais) evitadas. A segunda metodologia, mais complexa (*Scenario analysis approach*) recorre a simulação computacional para criar um cenário base de fontes de emissões que não estão sujeitas a projetos/programas de EE e compara com as fontes de emissões que são alvo de MRE. A escolha por uma ou outra metodologia depende do principal objetivo do projeto. Se a adoção de um conjunto de MRE visa essencialmente obter poupanças energéticas durante um determinado período de tempo, não fará sentido adotar pelo *scenario analysis approach* já que esta metodologia recorre a atividades muito mais complexas e por conseguinte mais dispendiosas. Sendo assim é aconselhável optar pela *emission factor approach* nos casos em que o principal objetivo do projeto é a obtenção de poupanças energéticas enquanto nos projetos em que a principal preocupação é determinar o nível de emissões evitadas deverá optar-se pela *scenario analysis approach*.

Se a opção recair pela segunda abordagem, os utilizadores deverão incluir requisitos adicionais na elaboração do plano de M&V, para que todo o processo vá de encontro às

necessidades deste tipo de projetos. Um conceito essencial em projetos de gestão do carbono é o da “adicionalidade”. Nestas situações será crucial comprovar que um projeto provocará reduções de emissões adicionais aquelas que se verificariam caso o mesmo não fosse posto em prática. Isto só poderá acontecer com uma correta definição da *baseline* que por sinal não poderá ser diretamente medida dada a sua condição de “ausência” devendo ser aferida por informação que esteja disponível.

Ainda no caso dos projetos em que o principal objetivo é determinar o nível de emissões evitadas, aconselha-se o utilizador a definir corretamente a fronteira de emissões (noção que vai de encontro à de fronteira de medição e utilização supra citada). Tendo em conta que esta fronteira pode oscilar de tamanho consoante o projeto em causa, é de extrema importância compreender todos os consumos de energia e fontes de emissão afetadas pelas atividades, num determinado programa de EE. A par deste requisito será também importante distinguir emissões diretas de emissões indiretas. Estas duas categorias podem influenciar a definição da fronteira de medição. As emissões diretas dizem respeito àquelas que são controladas pelo proprietário e correspondem a alterações no próprio local. Quanto às alterações indiretas ocorrem numa fonte longe do local do projeto e estão normalmente relacionadas com projetos de EE. Esta distinção apresenta-se como uma tarefa muito difícil de realizar tanto por questões orçamentais mas também técnicas no entanto, a sua realização poderá trazer mais-valias para uma correta avaliação do projeto em causa. Por último será conveniente distinguir efeitos primários e secundários causados pela implementação de medidas de EE. Estes efeitos dizem respeito às consequências de um projeto que por vezes poderão vir a ser considerados intencionais ou não (efeitos primários e secundários, respetivamente). Normalmente os projetos de EE têm apenas um único efeito primário que é a obtenção de poupanças energéticas para uma instalação consumidora de energia que por sua vez se repercute em emissões evitadas. Por outro lado efeitos secundários referem-se às alterações involuntárias do nível de emissões de CO₂ causadas por um projeto (positivas ou negativas). Um exemplo de um efeito secundário é a deslocação de emissões, ou seja, a instalação de determinadas medidas de EE reduz o nível de emissões numa zona geográfica no entanto, esse mesmo montante vai ser consumido noutra zona diferente o que se traduz numa redução líquida de 0% (EPA, 2007, p.3-16).

Concluindo, é conveniente que em qualquer projeto de EE se faça uma análise cuidada de todos os aspetos que podem valorizar ou desvalorizar o real valor do projeto e o consequente valor do investimento exigido. O nível de emissões que podem ser evitadas com a instalação de MRE, constitui um fator-chave e da maior importância não só pelo facto de emissões adicionais constituírem custos adicionais mas também pelo facto de cada vez mais haver imposições legais e ambientais ao nível da indústria e não só, quanto à emissão de CO₂. Aliar EE e gestão do carbono constitui deste modo uma oportunidade que não deverá ser descurada ao nível da M&V, tanto mais pela emergência e proliferação atual dos mercados de carbono.

v. Especificação de Orçamento, *Timing* e Recursos

Tal como já foi referido no ponto 8 do Capítulo 2, a precisão dos relatórios de M&V (no qual se inclui obviamente o respetivo plano) devem obedecer a um princípio fundamental: precisão. No entanto, este princípio está estritamente relacionado com o maior ou menor orçamento de M&V disponível. Os custos de M&V devem ser os mais baixos possíveis em relação ao valor monetário da poupança assim como consistentes com as implicações financeiras de reportar com excesso de informação ou subinformação do desempenho energético do projeto.

Tendo em conta que cabe à ESE determinar um certo montante do orçamento disponível e que determinados custos podem oscilar consideravelmente entre os estimados até aos verificados, esta pode decidir que um projeto não é mais viável chegando mesmo a abandoná-lo. É crucial, deste modo, que as todas as partes envolvidas num projeto cheguem a um consenso quanto às estimativas mais realistas de poupanças de energia e custos de M&V. Foi neste seguimento que se considerou pertinente construir um quadro provisório, a incluir na *checklist*, que demonstrasse valores estimados para determinados requisitos-chave, no sentido de aferir a viabilidade de um projeto de EE. O objetivo é desta forma diminuir a probabilidade de um litígio de pagamento numa fase posterior à instalação das MRE (Quadro 1 – Anexo I.). Numa fase inicial da construção do referido quadro fez-se uma breve análise dos EnPi, ou seja, averiguou-se os indicadores que poderiam ter um peso significativo no desempenho final do projeto e no respetivo VAL. Como todos os projetos são maioritariamente

influenciados pelo nível de poupanças geradas, decidiu-se elaborar o mesmo tendo sempre como pano de fundo as mais-valias/benefícios que se pretendem alcançar com um projeto de EE, assim como o nível de poupanças garantidas pela ESE após o 1º ano e os respetivos custos de M&V.

Numa segunda fase da construção do Quadro 1, inclui-se um campo relativo à definição de *target*/limites de forma a dotar o quadro de um “sistema de alerta”. Os utilizadores deverão preencher os campos a cinzento e estabelecer determinados limites máximos ou objetivos/metasp no sentido de alertá-los de possíveis desvios/desajustamentos relativamente a valores previamente definidos. Como se verifica através do exemplo ilustrativo exposto⁷, o quadro é constituído por quatro colunas, em que os utilizadores deverão preencher todos os campos que dizem respeito a valores estimados, em euros (€), que posteriormente, comparados com os *targets*/limites estabelecidos (em termos percentuais), poderão vir a ter que ser ajustados consoante os alertas que daí advêm. No exemplo retratado, foi estabelecido um *target* de 80% relativo à geração de poupanças em energia e/ou água do projeto no entanto, os valores estimados apontam apenas para 77%. Neste caso, o “sistema de alerta” é acionado, aconselhando as partes envolvidas a proceder a qualquer ajuste no sentido de redirecionar os valores estimados para os pretendidos. Aquando o preenchimento do quadro pede-se também à Smartwatt que defina o nível de poupanças garantidas para o 1º ano para que no final do mesmo se analise o cumprimento ou não desse valor e se proceda a eventuais contrapartidas monetárias entre cliente/ESE. Esta situação será fundamentada no Relatório Anual e no *Template* Anual, documento explicado mais a frente.

Um importante aspeto a ter em conta no quadro diz respeito aos custos estimados para as atividades de M&V. Num EPC o proprietário da instalação deverá assumir financeiramente estes custos diretamente ou através de uma ESE. Como já foi referido no Capítulo 2, os custos médios típicos anuais de M&V são inferiores a 10% da poupanças média anual a ser avaliada. No exemplo acima referido foi considerado um limite máximo de 5%. Conclui-se, então, que o valor anual de 700€ relativos a custos de M&V deverá ter que ser ajustado, para um nível de poupança anual do projeto de

⁷ O exemplo apresentado em ‘Anexos’ não representa um caso prático em concreto. Os dados apresentados são completamente aleatórios servindo apenas para demonstrar as funcionalidades do quadro.

15.000€. De notar que para o cálculo dos custos estimados para as atividades de M&V apenas foram incluídas as poupanças medidas, excluindo-se as poupanças de O&M e Co-Benefícios que podem advir do projeto mas que não são diretamente medidas e verificadas. Se o proprietário da instalação pretender reduzir os custos de M&V, poderá fazê-lo acordando menos rigor nas atividades de M&V no entanto, as estimativas das poupanças anuais vão ser obtidas com maior incerteza.

A par do preenchimento do Quadro 1, consideraram-se outros requisitos orçamentais que podem ter influência em todo o processo de M&V, como custos relacionados com os equipamentos fixos e sua configuração ou com o processo de instalação.

Concluindo, o seu preenchimento e a inclusão dos requisitos anteriormente expostos é um exercício muito útil, dado que possibilita a todas as partes uma maior compreensão do grau de exigência e rigor necessário num plano de M&V. Possibilita igualmente aos investidores do projeto fazerem uma análise prévia do mesmo e terem uma perceção relativa aos valores que poderão surgir da instalação das MREs.

vi. Sistema de Gestão de Energia (ISO 50001:2011)

No Capítulo 2 ficaram explícitos certos requisitos da norma que se enquadram nas atividades de M&V. Verifica-se uma enorme oportunidade que deverá ser aproveitada pelas empresas prestadoras de serviços de M&V, podendo diversificar o leque de serviços através do desenvolvimento de atividades de controlo/monitorização do EnMS da respetiva instalação, não obstante o facto do *core business* pertencer às atividades de M&V. Não se pretende, então, que a ESE se desvie do seu ponto forte e estratégico de atuação no entanto, novas formas de interpretação do mercado poderão funcionar como fator diferenciador da concorrência e geradores de mais-valias para a empresa.

Concluindo, a intenção de incluir determinados requisitos da norma na *checklist* do plano de M&V foi demonstrar às partes interessadas, mais concretamente à Smartwatt, que poderá ser prestado um serviço complementar ao da M&V, sem grande exigência técnica ou *know-how* específico, aos clientes que têm efetivamente implantado um EnMS.

3.2. Checklist para elaboração de Relatórios Pós-Instalação

Depois da elaboração de um plano de M&V é necessário proceder à próxima etapa no fornecimento de serviços de M&V que é igualmente crucial para o sucesso do projeto de EE: medir as poupanças resultantes da instalação das MRE, documentar os resultados a todas as entidades que participam no projeto e proceder a qualquer ajuste que seja pertinente em casos de desvios em relação a valores estimados.

Esta secção tem como principal objetivo dotar as ESE de um quadro conceptual uniforme e consistente para que se proceda a análises detalhadas após a instalação de MRE. Como consequência surgem os relatórios pós-instalação que funcionam como mecanismos/procedimentos essenciais para a avaliação do projeto – Relatório Preliminar e Relatório Anual. Este documento inclui uma série de requisitos que devem constar nos relatórios e que deverão estar em consonância com o plano de M&V, assim como as atividades que deverão ser realizadas na fase posterior à instalação das medidas. A diferença entre estes dois relatórios prende-se basicamente com o facto de o primeiro analisar se a instalação das medidas foi realizada de forma correta e fazer uma análise prévia do nível de poupanças que poderão ser alcançadas no final do 1º ano. Por outro lado, o Relatório Anual detalha as poupanças geradas ao longo dos 12 primeiros meses do contrato. De notar que a par da análise/elaboração destes relatórios dever-se-á ter em consideração os dois *templates* (Preliminar e Anual – detalhados mais à frente), construídos com o propósito de auxiliar as ESE no processo de M&V.

Os relatórios deverão funcionar como uma forma de assegurar que todas as partes envolvidas nos projetos de EE cumpram com as suas obrigações contratuais e assumam o compromisso de melhoria contínua do desempenho energético.

i. Relatórios Preliminares

As atividades de M&V após a instalação das MRE deverão estar a cargo tanto da ESE como do proprietário da instalação. Quer isto dizer que esta tarefa não deverá ser da exclusividade de ESE já que colocaria o cliente numa situação privilegiada, ou seja, caso não tivesse qualquer responsabilidade neste processo poder-se-ia chegar a certo ponto em que a ESE instalaria os equipamentos para racionalização do consumo no

entanto, o cliente continuaria a realizar toda uma série de comportamentos desviantes daquilo que se pretende com uma gestão eficiente do consumo.

Para determinados projetos a fase após a instalação é sem dúvida a mais importante em todo o procedimento de M&V, já que qualquer medição para fundamentar as poupanças garantidas são realizadas apenas uma vez. Para aquelas medidas em que não se espera que as poupanças e o desempenho dos equipamentos variem muito ao longo do tempo, as medições das poupanças após a instalação das MRE podem ser a principal fonte de dados no cálculo das poupanças energéticas.

Considerando que os projetos relacionados com EE exigem avultados investimentos, que dependem fortemente das poupanças alcançadas e do desempenho dos respetivos equipamentos de medição, considerou-se fundamental incluir no processo de M&V, digamos que uma fase intercalar (desempenhada pelo Relatório Preliminar), logo após a instalação das MRE⁸, com o objetivo de aferir se de facto as poupanças estimadas poderão vir a ser alcançadas durante o termo do contrato. É sem dúvida de extrema importância que se realize uma monitorização mais urgente do desempenho das MRE, porque quanto maior for o período de tempo entre a instalação das mesmas e as análises iniciais, maior será o risco de registar menores poupanças nos casos em que as medidas não estão a obter a *performance* desejada. O caso do Programa Eco.AP é paradigmático. Apenas são realizados relatórios anuais, facto que pode acarretar elevadas perdas para as ESE, na eventualidade de se verificarem anomalias nos equipamentos de medição. Este relatório preliminar pode funcionar, então, como uma ferramenta preponderante para que as ESE se sintam mais confiantes e seguras na hora de suportar tais investimentos no setor público. O formato deste relatório irá ser semelhante ao Relatório Anual no entanto, é realizado apenas uma vez logo após a instalação das MRE (por exemplo no 1º mês seguinte à instalação das MRE - a definir pelos intervenientes). A sua realização além de ser de extrema importância do ponto de vista do controlo de desempenho das medidas instaladas, para demonstrar aos investidores a viabilidade/sucesso do projeto e o respetivo alcance das poupanças propostas, poderá também ser considerado uma mais-valia para quem vende o EPC. Assim, esta folha permite fazer uma análise intercalar do projeto de uma forma simplista e no caso de se registar qualquer anomalia poderão proceder a ajustes ainda numa fase embrionária do

⁸ Considerou-se uma análise prévia 30 dias após a instalação das MRE.

contrato, não comprometendo a viabilidade do projeto. Esta atividade permitirá a todas as partes envolvidas no projeto compreender porque é que tais efeitos ocorreram e identificar soluções para melhorar os atuais e futuros projetos.⁹

Na tentativa de pôr em prática o desejo de tornar esta fase da M&V mais rigorosa, decidiu-se criar um mecanismo que possibilitasse aferir, logo após a instalação da MRE, o nível de (in)sucesso do projeto. Neste sentido, procedeu-se inicialmente à construção do Quadro 5 (Anexo III.), no qual se pede aos utilizadores que preencham os campos a azul de identificação/caracterização de alguns aspetos importantes para esta fase, assim como as linhas respeitantes à *Baseline*, Pós-Instalação e Poupanças Estimadas, Garantidas e Verificadas, em função do tipo de consumo da instalação e da MRE. O objetivo é proceder a uma análise orçamental da redução dos custos até à data e poder tirar as primeiras ilações quanto ao alcance das poupanças previamente acordadas no plano de M&V.

Tal como já foi focado anteriormente, um dos principais objetivos do presente trabalho foi tornar os procedimentos de M&V mais completos e ao mesmo tempo distintos dos já existentes. Como vem sendo referido, o processo de avaliação das MRE é uma tarefa bastante útil dada a necessidade de obter bons resultados com este tipo de projetos. Neste sentido considera-se oportuno conciliar a M&V com a avaliação surgindo assim o conceito de AM&V (Avaliação, Medição e Verificação). Com este novo enquadramento conceptual torna-se mais fácil aferir o grau de cumprimento das poupanças anuais através de uma avaliação preliminar e anual que obedece a determinados critérios. Decidiu-se construir uma escala de *rating* (ver Quadro 3 – Anexo II.) que constitui uma opinião quanto às condições de um emissor honrar os seus compromissos energéticos. Consequentemente as entidades responsáveis podem proceder a qualquer ajuste, nos casos em que se verifiquem desvios face a valores previamente estabelecidos. A avaliação preliminar e anual passa também por documentar e medir os efeitos do projeto em causa no sentido de confrontar o grau de cumprimento dos objetivos de EE estabelecidos, de uma forma confiável, transparente e custo-eficaz.

⁹ Os sistemas/procedimentos de monitorização deverão ser adaptados de acordo com as necessidades da organização.

O esquema proposto que permite realizar uma análise preliminar adequada a cada MRE de uma forma compreensível e descomplicada é apresentado pelo Quadro 6 (Anexo III.). De notar que os valores expostos funcionam meramente como ilustrativos para uma possível MRE aplicada (neste caso passa pela instalação de lâmpadas LED numa instalação não industrial). Sucintamente, os utilizadores deverão preencher os campos a azul que passa inicialmente pela seleção do tipo de energia medida (consideraram-se eletricidade, gás natural, procura de energia elétrica e água, já que representam o grosso das energias medidas da maioria dos projetos de EE), assim como dos campos relativos à identificação da respetiva MRE e da indicação do mês da verificação dos consumos energéticos, dados essenciais para o processo de AM&V. No exemplo apresentado, o campo relativo ao total de produção não foi atentado porque apenas faz sentido nos casos em que as MRE são instaladas em Indústrias. É um dado importante dado que alterações na produção normalmente traduzem-se num aumento do consumo energético. A principal mais-valia que este apêndice transmite é a possibilidade de classificação de cada MRE associada a uma escala de *rating*. Focando o exemplo, no caso do consumo energético (em kWh dada a energia medida – eletricidade) da *baseline* se situar nos 1500 kWh, o *target* previamente estabelecido entre o cliente e a ESE rondar os 1200 kWh e o consumo ao 30º dia do respetivo mês se situar nos 1100 kWh, obtém-se uma classificação de A+. Consultando o Quadro 4 (Anexo II.), verifica-se que o resultado é positivo ou seja, “o desempenho energético da organização está a melhorar substancialmente comparando com a *baseline* e com o *target* previamente estabelecido. A monitorização dos equipamentos deverá manter-se cuidadosa de forma a manter os elevados níveis de poupança energética. Não excluir eventuais ações de prevenção e de melhoria contínua do desempenho energético” para que os níveis de poupança energética aumentem e para evitar que a avaliação desça para níveis ‘aceitáveis’. De notar que nos casos em que a avaliação preliminar for negativa, ou seja, se a MRE obtiver uma classificação de B,B-,C ou D, deverá proceder-se a ajustes e registá-los devidamente, através da opção "Registar Ajustamentos" ou qualquer tipo de recomendação que se infira pertinente.

Concluindo, o recurso ao *Template* Preliminar poderá vir a ser considerado bastante útil para as ESE que prestam serviços de M&V, na medida em que proporciona um *background* suficientemente amplo e integral para que a verificação das poupanças

energéticas se proceda de forma mais sistemática e rigorosa. O destaque vai para as análises preliminares de verificação do estado atual dos equipamentos e das poupanças geradas, negligenciando práticas de gestão ultrapassadas que se preocupavam exclusivamente com análise de dados anuais. Pretende-se com esta ferramenta proporcionar mais-valias, tanto para a Smartwatt, em função do serviço diferenciado que presta ao cliente, como para o cliente/investidor que tem a possibilidade de acompanhar todo o processo de geração de poupanças de um ponto de vista mais permanente, transparente e documentável.

ii. Relatórios Anuais

Normalmente no final de cada ano é realizado por parte da ESE um relatório anual como forma de documentar a execução e os resultados das atividades prescritas no plano de M&V (medições, cálculo das poupanças) e todas as poupanças verificadas ao longo do 1º ano do contrato. Este relatório deve também incluir as atividades de O&M realizadas durante esse período assim como qualquer item adicional que se considere relevante. Cabe igualmente ao relatório anual perceber e documentar de que forma as poupanças garantidas foram conseguidas e concluir sobre a necessidade de considerar qualquer pagamento adicional a realizar pelas partes envolvidas no projeto. É necessário que a M&V demonstre que as poupanças garantidas foram atingidas, ou eventualmente superadas para o referido ano. Se o desempenho energético documentado pela M&V ficar aquém do expectável deverá proceder-se ao ajuste do esquema de pagamentos no sentido de ressarcir esse desvio.

Tal como no caso dos relatórios preliminares, os requisitos tidos em consideração na elaboração da *checklist* do relatório anual devem estar em conformidade com aqueles estabelecidos no plano de M&V. Dever-se-á confrontar as atividades pré-definidas no plano com aquelas que foram efetivamente realizadas e registar qualquer anomalia ou uma eventual oportunidade de melhoria. Extrapolando o exemplo exposto pelo Quadro 1 (Anexo I.), em que foram estimados determinados valores para cada um dos EnPi, para a fase da documentação dos valores verificados ao longo do ano, concluiu-se que seria pertinente efetuar o mesmo tipo de análise para conferir se, de facto, esses valores estimados foram ou não conseguidos. Sendo assim, procedeu-se à elaboração de um

quadro semelhante, apresentado pelo Quadro 2 do referido anexo. Nesta situação, pós-instalação, a observação deverá passar pela comparação entre os valores estimados e os verificados. Analisando o *output* disponibilizado pelo Quadro 2¹⁰, chegamos facilmente à conclusão que o desempenho energético da MRE não foi o esperado. A finalidade da construção do quadro foi criar um mecanismo dinâmico que permitisse obter, ainda que sem grande precisão, informação anual relativa aos EnPi do projeto, informando de eventuais desvios energéticos em relação a valores estimados. Tal como podemos verificar pela observação do quadro, o “sistema de alerta” foi acionado para todas as variáveis analisadas. Convém realçar o facto das poupanças garantidas terem sido alcançada no entanto, os custos de M&V excederam substancialmente os estimados no plano de M&V e o desempenho global da MRE ficou aquém do estimado. No que concerne à análise das poupanças anuais atingidas será mais conveniente recorrer ao *template* anual devido à complexidade do mesmo, possibilitando assim chegar a conclusões mais fidedignas do desempenho de cada MRE. Dada a enorme importância que o Relatório Anual representa no processo de M&V das poupanças energéticas, considerou-se pertinente a elaboração de uma folha de cálculo no sentido de auxiliar os utilizadores da mesma na avaliação das respetivas MRE. Este documento poderá também funcionar como um relatório anual a apresentar aos investidores do projeto para que visualizem a evolução das poupanças energéticas alcançadas ao longo dos 12 meses do ano, assim como uma estimativa das emissões de CO₂ evitadas com a implementação de tais medidas.

Em seguida pretende-se explicar detalhadamente o método de construção do referido *template* e as suas funcionalidades, recorrendo a um exemplo concreto. De notar que os dados energéticos evidenciados foram disponibilizados pela empresa Smartwatt em virtude da sua experiência neste tipo de projetos.

Numa fase inicial convém destacar que a construção deste *template* teve como principal objetivo criar um procedimento dinâmico para que as partes envolvidas no projeto tenham acesso à informação anual relativa às poupanças geradas com a MRE. A intenção é que esta folha possa funcionar como um relatório anual a apresentar aos investidores do projeto, com os resultados dos principais EnPi.

¹⁰ Tal como no Quadro 1, os dados apresentados no Quadro 2 são completamente aleatórios. Os valores referidos não correspondem a uma situação real, servindo apenas como exemplo de aplicação do mecanismo.

Através do *output* representado no Quadro 8 (Anexo V.), a ESE poderá expor os valores medidos ao longo dos 12 meses do ano. Com o intuito de tornar mais perceptível a funcionalidade do *template*, decidiu-se apresentar um exemplo concreto, evidenciado pelo Quadro 7 (Anexo IV.). A intenção foi chegar a determinados valores mensais que fossem coerentes com um projeto real, para o caso do consumo no período de referência (*baseline*) e para o período de reporte. O exemplo escolhido diz respeito à substituição de lâmpadas de Halogénio por lâmpadas LED, numa instalação. No que respeita ao primeiro, os valores finais do consumo tiveram em consideração variáveis como os dias de funcionamento das lâmpadas de Halogénio, as respetivas horas de funcionamento e a sua potência total. Quanto à variável “dias de funcionamento”, os valores apresentados tiveram em conta os fins de semana, dias de férias padrão para determinados meses do ano e feriados. De referir que o comportamento da variável “horas de funcionamento” oscila consoante o mês/período em questão, apresentando obviamente valores distintos para os meses de menor insulação (meses de inverno) e para os de maior insulação (caso dos meses de verão). Por último, no caso da potência total das lâmpadas, ponderou-se a necessidade de substituição de um certo número de lâmpadas em virtude do desgaste que as mesmas normalmente apresentam, ao contrário do que acontece com as lâmpadas LED que, maioritariamente, não estão sujeitas a qualquer tipo de substituição¹¹ resultando num valor constante de 444W. Da conjugação das três variáveis consideradas chegamos a valores finais para o consumo do período de referência e de reporte. Com as respetivas colunas preenchidas, o mecanismo criado possibilita-nos visualizar o nível de poupanças mensais alcanças, não só em kWh mas também em €. Para o cálculo do nível de poupanças monetárias geradas considerou-se um custo de 0,14€/kWh¹² que varia tanto em função do consumo mensal da instalação em causa, como do período tarifário (horas de ponta, horas de cheias, horas de vazio normal e horas de super-vazio). Estes valores deverão estar devidamente preenchidos na Tabela 1 do *template* preliminar, evidenciado pelo Quadro 10 (Anexo VII.).¹³

Tal como temos vindo a evidenciar ao longo do trabalho, o cálculo do nível de emissões evitadas com um projeto de EE, é certamente uma mais-valia para o

¹¹ Em alguns casos têm tempo de vida de 50.000 horas

¹² kWh equivalente calculado com base nas faturas de eletricidade.

¹³ No preenchimento da Tabela 1, o utilizador deverá ter em consideração a energia medida pela MRE. No exemplo sugerido, a MRE mede apenas o consumo de eletricidade pelo que não faz sentido completar os restantes campos.

incremento do valor final do mesmo. Depois de evidenciadas as poupanças alcançadas fruto da MRE, procedeu-se à realização dessa mesma tarefa. Como podemos constatar pela observação da última coluna do Quadro 8 (Anexo V.), a substituição de lâmpadas de Halogénio por lâmpadas LED resultou num nível de emissões evitadas de cerca de 2 toneladas de CO₂. O cálculo redonda do nível de poupanças energéticas alcançadas mensalmente (em kWh) e da definição de um fator de conversão (0,47 kg CO₂/kWh). De notar que neste campo os utilizadores deverão definir o fator de conversão consultando a Alínea a) do n.º2 do artigo 19.º do Decreto-Lei n.º71/2008, de 15 de Abril, do SGCIE - Despacho n.º17313/2008 (Ministério da Economia e da Inovação) para identificar o respetivo fator de conversão, em função do tipo de energia medida pela MRE.¹⁴

Tal como no *template* preliminar julgou-se importante incluir o mesmo procedimento de avaliação do desempenho energético da MRE. Sendo assim, os utilizadores têm à sua disposição uma forma de avaliar anualmente as MRE através de uma classificação que obedece a determinados critérios, incluindo a definição prévia de um *target* – Quadro 3 (Anexo II.). Voltando ao mesmo exemplo retratado anteriormente, constata-se através da observação do Quadro 9 (Anexo VI.) que o desempenho da MRE se mostrou bastante satisfatório. Se for considerado um nível de poupanças garantidas de 500€ definidas durante a elaboração do plano de M&V, verifica-se que esse valor foi atingido (504€ de poupanças anuais alcançadas). Sendo assim, o desempenho energético da organização está a melhorar substancialmente comparando com a *baseline* e com o *target* previamente estabelecido. No entanto, a monitorização dos equipamentos deverá manter-se cuidadosa de forma a manter ou mesmo aumentar os níveis de poupança energética. Um dos principais objetivos da M&V é reduzir o risco de um "sub-desempenho" para níveis aceitáveis, tarefa que cabe ao julgamento da ESE. Neste tipo de contratos (EPC) o risco e a responsabilidade (leia-se incerteza quanto ao alcance das poupanças garantidas) deverão ser partilhados entre a ESE e o cliente de forma a minimizar as consequências monetárias. Desta forma, no caso das poupanças anuais ficarem aquém das garantidas, deverá proceder-se à realização de contrapartidas monetárias entre ESE/Cliente que deverão já estar previamente definidas no EPC.

¹⁴ Neste exemplo foi considerada a *emission factor approach* (plano de M&V) dado que o objetivo principal do projeto é a obtenção de poupanças energéticas.

Concluindo, com o acesso a este *output* todas as partes poderão analisar de forma rápida a evolução das poupanças acumuladas não só através do Quadro 8 (Anexo V.) mas também através do gráfico disponibilizado, assim como os resultados finais dos principais EnPi (Quadro 9 – Anexo VI.). Pode afirmar-se que a adoção deste procedimento dinâmico por parte da Smartwatt pode vir a demonstrar-se essencial na prestação de serviços de M&V, tanto ao nível dos projetos de EE por si delineados, como ao nível da prestação isolada do serviço (entidade externa num EPC)

Capítulo 4.

Caso Prático: Verificação e Previsão - Instalação de Sistema Solar Térmico Centralizado em Moradia Multifamiliar

Neste capítulo será abordado um caso prático que consiste na possibilidade de instalação por parte da empresa Smartwatt de um Sistema Solar Térmico Centralizado numa Moradia Multifamiliar. Este projeto insere-se no âmbito do FEE e tem como objetivo promover a EE na área Residencial. O Aviso “Edifício Eficiente” foi concedido com o propósito de apoiar a implementação de soluções com vista a otimização energética de edifícios de habitação multifamiliares existentes. Engloba tanto a instalação de coletores solares térmicos mas também de janelas eficientes, para edifícios com pelo menos uma fração com certificado energético (emitido até 29 de Setembro de 2012), considerando essas medidas como oportunidades de melhoria. A Smartwatt, como ESE, poderá servir como interface com os condomínios e proprietários dos edifícios no sentido de facilitar todo o processo de instalação e gestão das MRE propostas. Para que a Smartwatt usufrua de uma quota-parte dos dois milhões de euros disponibilizados para este tipo de projetos terá que proceder a respetiva candidatura até 28 de Setembro de 2012. São elegíveis os projetos que integrem despesas com o fornecimento e instalação dos equipamentos e produtos da instalação de sistemas solares térmicos e envidraçados duplos com elevada EE; os custos com a elaboração e acompanhamento do projeto de melhoria de EE e os custos de emissão e registo do Certificado Energético das frações abrangidas (ADENE).

O objetivo deste capítulo passa basicamente por demonstrar tanto às EGC como aos próprios condóminos a viabilidade económico-financeira deste projeto. Para isso recorreu-se tanto à realização de uma análise numérica e gráfica da evolução das tarifas de consumo e dos CF anuais ao longo do tempo de vida do projeto, assim como à determinação de um “fair price” a que cada condómino deverá estar sujeito em função da respetiva tipologia da fração (apartamento)

4.1. Pressupostos

Os edifícios localizam-se na zona de Lisboa, foram construídos posteriormente a 1990 e possuem pelo menos uma fração com certificado energético anterior a 28 de Fevereiro de 2012. As frações possuem um sistema de produção de AQS do tipo termoacumulador elétrico.

Foram considerados dois tipos distintos de edifícios que exigem obrigatoriamente a instalação de um sistema em função das necessidades do mesmo. A Tabela 1 apresenta a constituição do edifício para um sistema de 2000 litros ao passo que a Tabela 2 para um sistema de 3000 litros.

Tabela 1 – Constituição do Edifício (Sistema de 2000 litros)

Sistema de 2000 litros: Constituição do Edifício	
4º Esq. – T2 – consumo de 120 litros	4º Dir. – T2 – consumo de 120 litros
3º Esq. – T4 – consumo de 200 litros	3º Dir. – T4 – consumo de 200 litros
2º Esq. – T4 – consumo de 200 litros	2º Dir. – T4 – consumo de 200 litros
1º Esq. – T4 – consumo de 200 litros	1º Dir. – T4 – consumo de 200 litros
R/C Esq. – T4 – consumo de 200 litros	R/C Dir. – T4 – consumo de 200 litros

Tabela 2 – Constituição do Edifício (Sistema de 3000 litros)

Sistema de 3000 litros: Constituição do Edifício			
4º Esq. Frente – T2 – consumo de 120 litros	4º Dir. Frente – T2 – consumo de 120 litros	4º Esq. Trás – T4: consumo de 200 litros	4º Dir. Trás – T4: consumo de 200 litros
3º Esq. Frente – T2 – consumo de 120 litros	3º Dir. Frente – T2 – consumo de 120 litros	3º Esq. Trás – T4: consumo de 200 litros	3º Dir. Trás – T4: consumo de 200 litros
2º Esq. Frente – T2 – consumo de 120 litros	2º Dir. Frente – T2 – consumo de 120 litros	2º Esq. Trás – T4: consumo de 200 litros	2º Dir. Trás – T4: consumo de 200 litros
1º Esq. Frente – T2 – consumo de 120 litros	1º Dir. Frente – T2 – consumo de 120 litros	1º Esq. Trás – T4: consumo de 200 litros	1º Dir. Trás – T4: consumo de 200 litros
R/C Esq. Frente – T2 – consumo de 120 litros	R/C Dir. Frente – T2 – consumo de 120 litros		

Para o dimensionamento da instalação foi considerado uma ocupação por tipologia respeitando o descrito no RCCTE (Tabela 3).

Tabela 3 – Ocupação por Tipologia

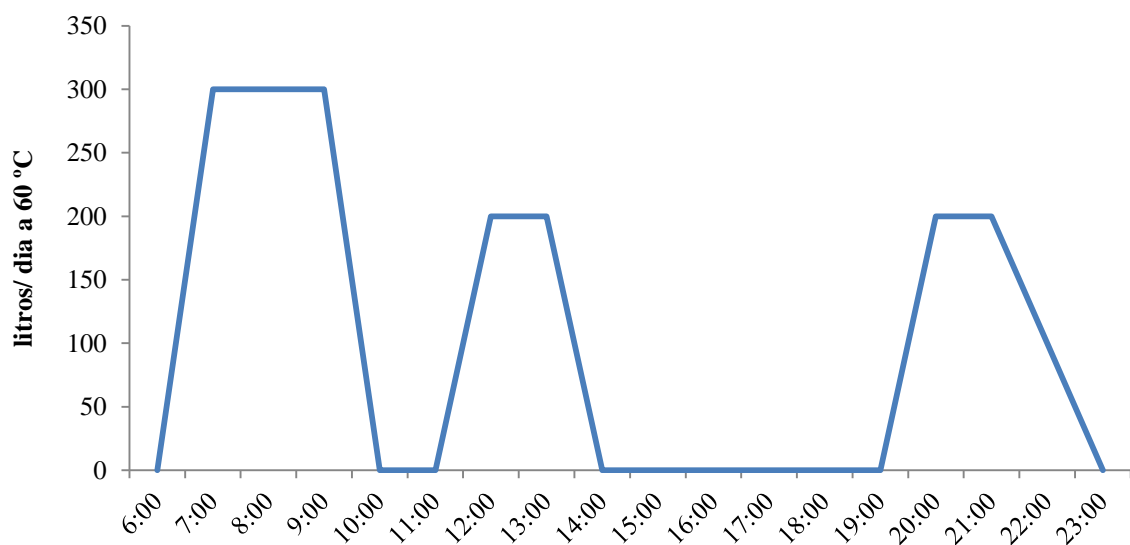
Tipologia	T0	T1	T2	T3	T4	Tn+1
Nº Ocupantes	2	2	3	4	5	n+1

O valor diário em termos de consumo de água, por ocupante, é de 40 litros. Este valor aparece mencionado no Regulamento como um consumo de referência para edifícios residenciais. É também considerado um ΔT de 45°C que representa o diferencial de temperatura entre os 15°C, temperatura da água da rede e os 60°C, temperatura de consumo. Assim no caso da instalação de um sistema de 2000 litros, o consumo diário de água a uma temperatura de 60°C é de 1840 litros enquanto no caso de um sistemas de 3000 litros é de 2800 litros.

4.2. Perfil de Consumo

Foi necessário distribuir o consumo diário ao longo do dia. A Figura 14 traduz o consumo estimado por hora para um edifício com um sistema de 2000 litros. De notar que no caso do sistema de 3000 litros o perfil é semelhante no entanto, o total de litros consumido é superior ao apresentado.

Figura 14 – Perfil de Consumo



Consideraram-se três picos pontos de consumo. O primeiro compreendido entre as 7:00 e as 10:00 e que traduz o consumo dos banhos dos condóminos. O segundo consumo foi alocado entre as 12:00 e as 14:00 e que representa a preparação de almoços. O último ponto de consumo foi posicionado entre 20:00 e as 22:00, água despendida para a preparação de jantares.

De forma resumida pode-se avançar com cerca de 50% do consumo da parte da manhã, 20% do consumo à hora de almoço e os restantes 30% ao fim do dia.

4.3. Solução Proposta

A instalação de um sistema solar térmico visa a utilização de uma fonte de energia renovável com enorme potencial, o sol. Uma das principais vantagens da implementação de um sistema solar térmico é o facto de se tratar de uma tecnologia limpa (proveniente da maior fonte de energia disponível) que contribui para uma redução significativa das emissões de gases com efeito de estufa ao mesmo tempo que minimiza o consumo de energia para preparação de AQS.

- ✓ **Sistema de 2000 litros:** A solução encontrada passa por instalar 16 coletores solares seletivos posicionados na cobertura plana do edifício, orientados a Sul, com uma inclinação de 37°C agrupados em 4 baterias de 4 coletores cada, interligados com um depósito de 2000 litros.
- ✓ **Sistema de 3000 litros:** A solução encontrada passa por instalar 24 coletores solares seletivos posicionados na cobertura plana do edifício, orientados a Sul, com uma inclinação de 37°C agrupados em 4 baterias de 4 coletores cada, interligados com um depósito de 3000 litros.

O depósito será posicionado na zona técnica onde se localiza a central de bombagem. A água da rede será admitida no depósito comum, aquecida pelo sistema solar e enviada para cada uma das frações. O circuito de água quente proveniente do depósito solar interligará com o circuito de água quente existente em cada fração, mais concretamente a montante do sistema de apoio, permitindo desta forma a entrada em funcionamento do

sistema de apoio independente de cada uma das frações, sempre que a temperatura da água não for a indicada (cerca de 60°C).

A principal vantagem desta configuração prende-se com o aproveitamento total da energia disponível no circuito solar. Para contabilizar o consumo de água quente de cada uma das frações idealizou-se a implementação de um contador de entalpia por fração em detrimento do contador de água.

4.4. Resultados obtidos por Simulação

Tabela 4 – Resultados Energéticos (Sistema de 2000 litros)

Sistema de 2000 litros: Resultados obtidos no <i>software Solterm</i>	
Energia fornecida pelo sistema solar/ano	23.969 kWh
Energia de apoio necessário/ano	9.408 kWh
Energia total/ano	33.378 kWh
Fração solar	71,8 %
Produtividade	824 kWh/m ²

Tabela 5 – Resultados Energéticos (Sistema de 3000 litros)

Sistema de 3000 litros: Resultados obtidos no <i>software Solterm</i>	
Energia fornecida pelo sistema solar/ano	35.591 kWh
Energia de apoio necessário/ano	16.630 kWh
Energia total/ano	51.921 kWh
Fração solar	68,5 %
Produtividade	816 kWh/m ²

Os dados apresentados pela Tabela 4 e pela Tabela 5 foram disponibilizados pela Smartwatt que recorreu a um *software* para simular alguns dados importantes para o caso de estudo. De referir que o conceito de FS diz respeito à percentagem de energia fornecida pelo sistema solar para aquecer a água fria. Ou seja, quanto maior esta

percentagem maior vai ser a poupança, menor vai ser a necessidade de recorrer à energia de apoio. Convém frisar o facto de ser impossível colmatar todas as necessidades de água quente recorrendo apenas ao sistema solar térmico. Posto isto, devemos considerar uma forma de energia convencional designado de apoio para que não estejamos 100% dependentes das condições meteorológicas, aliado ao facto das necessidades de energia para aquecer a água serem em termos globais maiores nos meses de menor disponibilidade solar. Sendo assim, foram considerados apenas o Apoio a Eletricidade (Termoacumulador) e Gás Natural (Caldeira) no entanto, procedeu-se a uma análise comparativa da estrutura tarifária com GN (Esquentador) e GPL, recorrendo a Caldeira e Esquentador. De realçar que a maioria das habitações da zona de Lisboa ser abastecida maioritariamente por Gás Natural (Caldeira) daí a consideração do mesmo como apoio ao solar térmico.

4.5. Custo Específico

Uma vez conhecido o consumo diário de água quente foi necessário estimar o custo de produção atual, ou seja, o custo de aquecer a água quente para os casos considerados.

Para uma análise detalhada de cenários mais prováveis considerou-se que as frações possuem um sistema de produção de AQS do tipo termoacumulador elétrico, caldeira mural ou esquentador recorrendo uma vez mais ao RCCTE. Para cada caso foi considerado um rendimento dos equipamentos de 90%, 82% e 50%, respetivamente (Tabela 8 – Anexo VIII.). Através da observação da Tabela 10, Tabela 11, Tabela 12 (Anexo IX.) depara-se com os custos finais considerados para aquecer a água quente tanto para o caso do apoio elétrico como para apoio a gás (considerando caldeira e esquentador). Sucintamente, os cálculos tiveram em conta diferentes cenários. Os valores finais em kWh/litro tiveram em consideração, por exemplo, diferentes volumes de depósito (caso do termoacumulador) em função da potência, do tempo necessário para aquecer a água fria e da eficiência do equipamento. Posteriormente, consultando o *site* da ERSE, conseguiu-se obter os valores finais (em €/kWh) através da aplicação das tarifas de consumo para cada caso.

4.6. Evolução das Tarifas de Consumo

Após a determinação do custo de aquecer a água quente para cada um dos equipamentos de apoio foi necessário somar a cada valor, o custo da tarifa de água fria para cada ano do projeto para que se obtivesse o valor final da tarifa de consumo recorrendo apenas à energia convencional. Tal como podemos verificar pela Tabela 13 (Anexo X.) as tarifas finais de consumo tanto para eletricidade como para GN e GPL vão aumentando ao longo dos 15 anos do projeto, em função da taxa de crescimento consideradas para cada tipo de energia.¹⁵ O passo seguinte passava por determinar o valor final da tarifa anual de consumo recorrendo ao solar térmico e ao respetivo apoio.

A metodologia de cálculo para ambos os casos (apoio elétrico ou apoio a GN) está patente na Tabela 14 (Anexo XI.)¹⁶ Em primeiro lugar considerou-se a energia fornecida ao depósito de água em termos brutos, não incluindo as perdas no circuito primário nem o rendimento do coletor (“energia afetada rendimento”). Bastou considerar o valor da energia fornecida pelo sistema solar (Tabela 4 – Ponto 4.4.), excluindo o rendimento do termoacumulador elétrico (90%).

Em seguida, para determinar o custo por kWh da energia fornecida foi necessário simular um plano de investimentos e despesas periódicas para cada ocorrência (Tabela 15 – Anexo XII.). O valor do investimento inicial foi definido em concordância com o custo do equipamento central do sistema (incluindo uma margem de lucro para a Smartwatt), mão-de-obra e transporte e logística. De notar que no caso das despesas periódicas, apenas foi considerado despesas de O&M anuais. Estimaram-se os custos de realização de um projeto “chave na mão” (baseado no modelo proposto e na experiência) até à porta de cada fração. As intervenções dentro de cada fração necessárias para a ligação do sistema solar centralizado poderão ter custos variáveis, originando assim a sua não inclusão neste estudo. Idealizou-se o pior cenário possível pelo que não se teve em conta, também, qualquer apoio comunitário. No entanto, o

¹⁵ No caso da eletricidade considerou-se uma taxa de crescimento de 4,6% ao ano. (Smartwatt, 2011b) No caso do gás (GN e GPL) considerou-se uma taxa de crescimento da tarifa de 5% ao ano. Este valor teve como referência os dados avançados pela ERSE que estimou um crescimento entre 4% e 7% para o GN, a partir de 1 Julho.

¹⁶ Tendo em conta que a metodologia de cálculo das tarifas finais de consumo é igual tanto para a instalação de um sistema de 2000 litros como para 3000 litros e considerando tanto o apoio a eletricidade e GN, julgou-se suficiente exemplificar apenas um desses casos: sistema de 2000 litros com apoio elétrico.

output foi concebido numa forma dinâmica permitindo à Smartwatt visualizar rapidamente os resultados finais, preenchendo apenas os dados em falta. Finalmente, para chegar ao custo anual do kWh da energia fornecida foi imprescindível conhecer o custo anual do investimento para o sistema em causa. Sabendo-se o valor total do investimento e das despesas consideradas, bastou considerar um período de amortização e uma taxa de juro a aplicar anualmente. Para o exemplo retratado, considerou-se um período de amortização do investimento de 6 anos, fruto dos conselhos de especialistas da Smartwatt, experientes neste tipo de projetos. A taxa de juro foi fixada nos 2,625% (Barclays, 2012), resultando deste modo, nos custos anuais apresentados na Tabela 15 (Anexo XII.). Conhecidos os valores anuais tanto da energia fornecida ao depósito em termos brutos (kWh/ano), como as respetivas despesas anuais, depreende-se facilmente o custo por kWh.

A etapa seguinte para a o cálculo da tarifa final de consumo recorrendo tanto ao solar térmico como ao apoio elétrico foi restringir o valor da tarifa final da água quente recorrendo apenas ao solar térmico, caso em que o investimento é pago ao longo dos 6 anos de período de amortização (custo água fria não incluído). Naturalmente o cálculo foi realizado através de uma ponderação entre o custo anual em termos de investimento, o consumo anual do edifício (1840 litros x 365 dias) e a FS.

Tal como no caso do fornecimento de energia pelo sistema solar, no cálculo do custo de aquecer a água fria recorrendo a eletricidade, teve-se em consideração a energia de apoio necessária anualmente (Tabela 4 – Ponto 4.4.) em termos brutos e para tal considerou-se 100% de eficiência do termoacumulador elétrico. Posto isto, a ponderação foi efetuada obedecendo ao total de energia de apoio necessária, à tarifa de eletricidade para cada ano (primeira coluna da Tabela 14 – Anexo XI.) e à percentagem de energia que o sistema solar não consegue satisfazer para aquecer a água fria.

Após a determinação dos valores previamente referidos, tornou-se uma tarefa simples o cálculo da tarifa final de consumo recorrendo ao solar térmico e ao apoio elétrico, ao longo do tempo de vida do projeto.

Na última fase do processo de construção da tabela apenas se teve em atenção considerar a FS nos cálculos e a inclusão do valor da tarifa anual de água fria no resultado final. A tarifa final para um sistema de 2000 litros resulta, consequentemente, da inclusão tanto da tarifa final de água quente recorrendo ao sistema solar como do

custo de aquecer a água fria através do termoacumulador elétrico, em função da FS, acrescida evidentemente da tarifa anual de água fria (coluna azul da Tabela 13 - Anexo X.).¹⁷

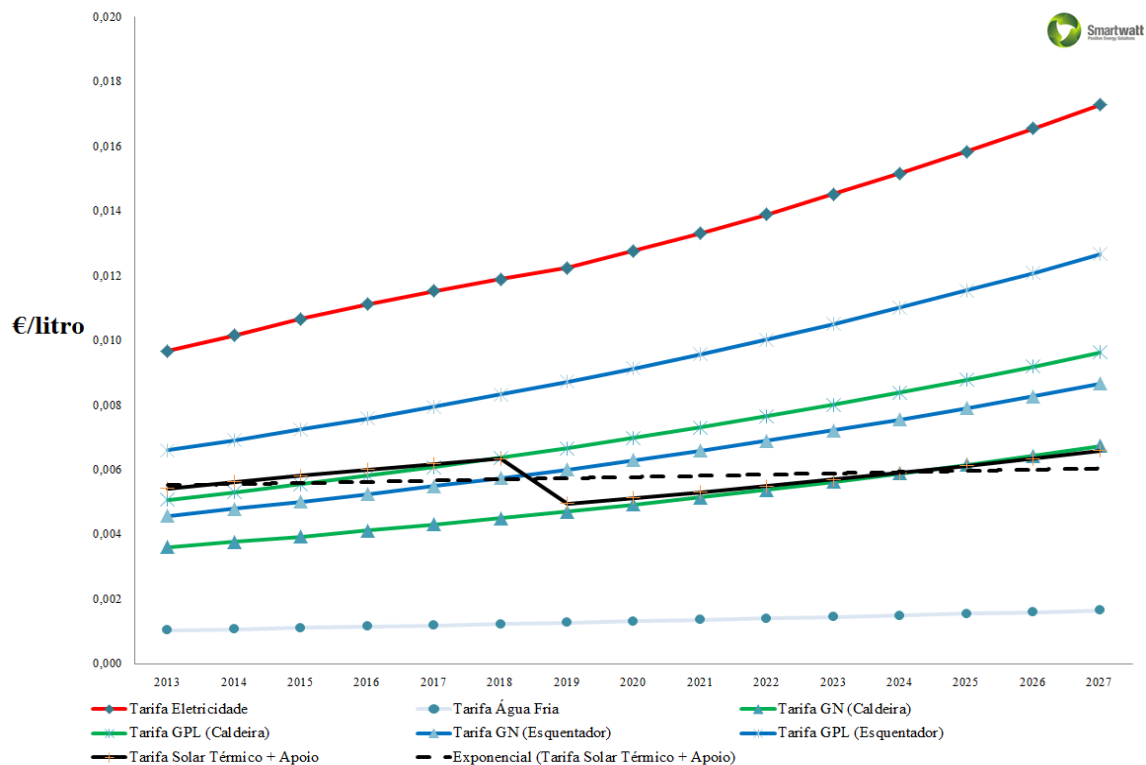
Como podemos comprovar pela observação da coluna das poupanças geradas são evidentes os benefícios que poderão ser usufruídos pelos condóminos no que respeita ao custo das tarifas anuais ao longo do projeto, tanto para um sistema de 2000 litros como de 3000 litros. Estes valores resultam, claramente, da diferença entre o valor final da tarifa de consumo do sistema solar térmico e do apoio elétrico e do valor final da tarifa de consumo no caso em que a água fria é aquecida exclusivamente com recurso ao termoacumulador elétrico. Através da Tabela 18 e Tabela 19 (Anexo XVI.), juntamente com o Gráfico 2 e Gráfico 6 (Anexo XIII.) é possível proceder a uma análise comparativa entre os diferentes níveis de poupança gerada para ambos os apoios e sistemas.¹⁸

¹⁷ Pressupostos assumidos no cálculo da tarifa anual de água fria:

- 1) Assumiu-se apenas o escalão (6-15) no que diz respeito ao consumo doméstico dada a tipologia predominante das frações;
- 2) A taxa de crescimento da tarifa da Água Fria para o período considerado (15 anos) foi calculada com base na média da taxa de crescimento da tarifa aplicada pela Empresa Águas do Douro e Paiva, entre 2002 e 2009.

¹⁸ O cálculo das poupanças geradas teve em consideração o valor do investimento. Caso esse valor não fosse incluído parcialmente ao longo dos 6 primeiros anos, as poupanças anuais seriam certamente superiores às constatadas.

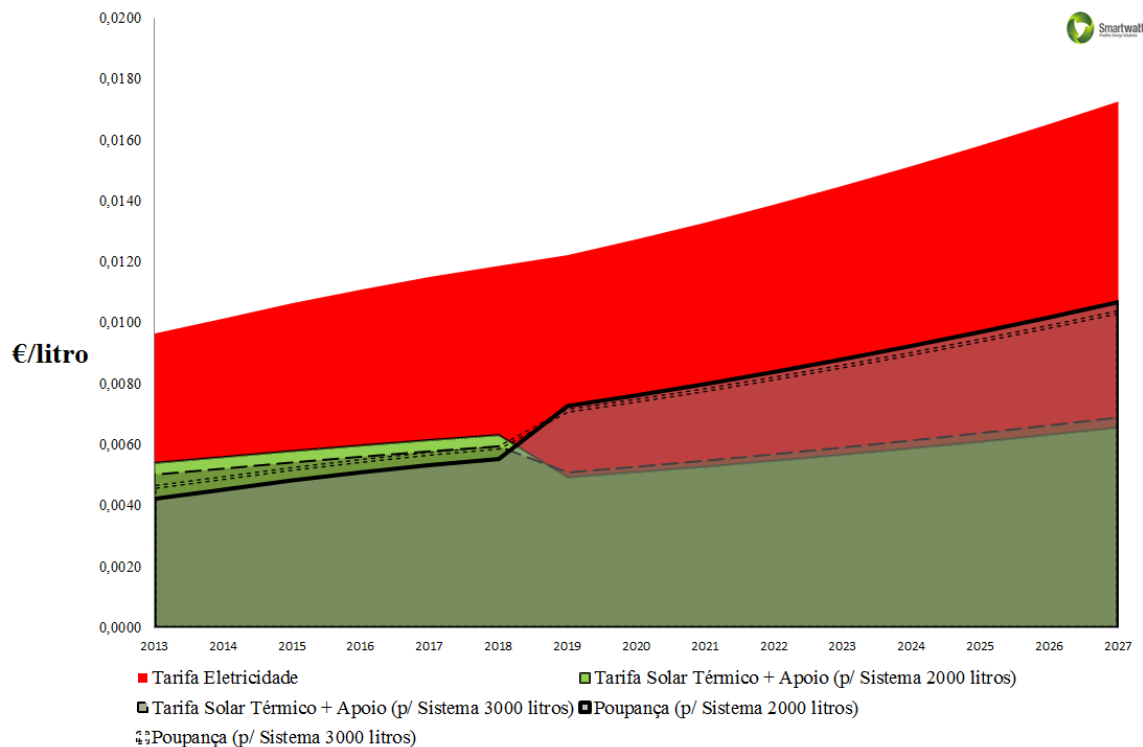
Gráfico 1 - Evolução das Tarifas de Consumo para Sistema de 2000 litros com Apoio Elétrico



Se consideramos um sistema com apoio elétrico (Gráfico 1 e Gráfico 2) verificamos que as vantagens em termos de poupanças são notórias mesmo a partir do primeiro ano do projeto. A tendência é crescente ao longo dos 15 anos, sofrendo um grande incremento a partir do momento em que o investimento é totalmente amortizado.

Pela análise do Gráfico 2 podemos concluir, também, que as poupanças alcançadas para um sistema de 2000 litros são superiores ao de 3000 litros, facto certamente aliado ao maior investimento que o último acarreta.

Gráfico 2 - Evolução das Poupanças para ambos os Sistemas (considerando Apoio Elétrico)



Procedendo-se a uma comparação com o caso do apoio ser a GN (Tabela 19 e Gráfico 6 em Anexos), a diferença mais evidente prende-se com o *break-even point*, ou seja, o momento em que o custo final da tarifa de consumo para um sistema solar térmico se torna inferior ao custo da tarifa final aplicada à energia convencional. Neste caso, até 2019, a tarifa final de consumo para sistema solar térmico é superior à tarifa final de consumo recorrendo ao GN (Caldeira). No entanto, e como poderemos constatar adiante, a evolução positiva das poupanças geradas a partir do 6º ano, compensa o saldo negativo verificado até então, facto que deverá ser devidamente demonstrados tanto aos condóminos como à EGC.

Para facilitar a visualização da evolução das tarifas ao longo dos 15 anos do projeto por parte dos condóminos e para que seja mais prático à Smartwatt convencer os mesmos que, de facto, é vantajoso para todas as partes aderir a este projeto, construíram-se, para cada caso, gráficos de evolução como os representados anteriormente. Estas ilustrações poderão funcionar como uma forma de atrair novos clientes e demonstrar aos condóminos e EGC, no processo de tomada de decisão, que a opção pelo solar térmico é uma boa solução. Pela análise dos gráficos chegamos

rapidamente a um conjunto de considerações finais comuns e particulares para cada caso, que deverão ser comunicadas convenientemente a todas as partes interessadas:¹⁹

- ✓ Forte tendência para aumento das tarifas finais de consumo de Eletricidade, GN e GPL;
- ✓ A tarifa final de consumo para sistema solar térmico, considerando tanto apoio elétrico como a GN, é sempre inferior à tarifa final recorrendo unicamente ao termoacumulador elétrico;
- ✓ Em todos os cenários considerados, ao 6º ano do projeto a tarifa final de consumo para sistema solar térmico sofre uma queda substancial em virtude da amortização do investimento;
- ✓ Tendência comum decrescente da tarifa final de consumo do solar térmico com sistema de apoio, comprovada pela reta “exponencial” dos referidos gráficos;
- ✓ Sistema Solar Térmico com apoio Elétrico (Gráfico 1 e Gráfico 3 – Anexo XIII.): ao longo dos 6 primeiros anos seria mais vantajoso recorrer apenas a GN ou GPL, no entanto, a análise deve ser realizada comparando a evolução da tarifa final de consumo do solar térmico com o apoio elétrico e a evolução da tarifa de eletricidade. Se assim for, é evidente o menor custo da tarifa do solar térmico com apoio em relação à tarifa de eletricidade;
- ✓ Sistema Solar Térmico com apoio a GN (Gráfico 4 e Gráfico 5 - Anexo XIII.): a observação deve ser efetuada comparando a evolução da tarifa do solar térmico com apoio e a evolução da tarifa do GN (Caldeira). Neste caso, até 2019 não se contabiliza qualquer poupança tendo em conta a posição da reta da tarifa final de consumo do solar térmico com apoio em relação a reta da tarifa final de consumo do GN (Caldeira). No entanto, a partir do 6º ano a tendência reverte para valores notoriamente favoráveis.

Apesar do estudo da evolução das tarifas finais de consumo ser bastante pertinente e apesar da enorme importância para a aceitação por parte dos condóminos e da EGC

¹⁹ A par dos gráficos apresentados, relativos à evolução das tarifas finais de consumo, procedeu-se à construção de gráficos dinâmicos para cada caso (disponíveis nas folhas de cálculo - Excel). Estas ferramentas poderão ser encaradas como um suporte poderoso para uma melhor análise e compreensão de dados, de acordo com os parâmetros escolhidos pela Smartwatt.

deste projeto, é essencial apresentar a todos os condóminos uma proposta concreta relativamente às despesas mensais/anuais do projeto. Na secção seguinte, o objetivo foi então, determinar o valor total a pagar por tipologia (T2 e T4), obedecendo a um determinado critério equitativo.

4.7. Custos por Tipologia

A distribuição dos custos relacionados com o Investimento e O&M foram calculados em função do consumo (em litros) de cada fração. Os T2 consomem aproximadamente 13% do total (1840 litros) ao passo que os T4 consomem aproximadamente 87%. Esta proporcionalidade foi extrapolada para o cálculo dos custos de Investimento e de O&M no sentido de determinar um *fair price* para cada fração (dois T2 e oito T4). Seria injusto afetar a totalidade dos custos de igual modo dadas as diferenças óbvias entre as frações.

Relativamente às Despesas com Investimento por fração foi considerada uma margem de lucro para a EGC, a incidir apenas sobre o valor a pagar relativamente ao investimento, não incluindo assim as despesas de O&M no respetivo cálculo. Os valores, em euros, que cada fração deverá pagar anualmente ou mensalmente, ao longo do período de amortização previamente definido (6 anos) à EGC estão evidenciados na Tabela 20 (Anexo XVI).²⁰ Relativamente às Despesas de O&M consideraram-se dois cenários: no primeiro esses custos serem distribuídos ao longo do tempo de vida do projeto, ao passo que na segunda as despesas serem totalmente pagas nos 6 primeiros anos.

Relativamente à primeira opção, cada T2 estará sujeito ao pagamento de uma verba a rondar os 3€/mês, ao longo dos 15 anos, para a instalação de um sistema de 2000 litros com apoio elétrico e de 4,5€ para os T4. Se tivermos em conta um apoio a GN esse valor aproxima-se dos 5,5€ e 9€, respetivamente.

No segundo caso os condóminos ficariam isentos de quaisquer custos até ao final do período do projeto estando sujeitos a um valor de, aproximadamente 7€/mês no caso

²⁰ O exemplo apresentado diz respeito à instalação de um sistema de 2000 litros no entanto, para o caso do sistema de 3000 litros o procedimento de cálculo dos custos por tipologia foi o mesmo.

dos T2 e de 11€ para os T4 considerando apoio elétrico e de 14€ e 23€ respetivamente para o caso de um apoio a GN.

Até 2018 os condóminos no final de cada mês terão duas faturas: uma respeitante ao Investimento, ou seja, aproximadamente 19€ no caso dos T2 ou 32€ no caso dos T4; outra referente ao consumo de água quente (tarifa solar térmico com apoio elétrico ou GN). A partir de 2019, após o Investimento estar totalmente amortizado, as suas despesas incidirão eventualmente sobre as despesas de O&M (caso em que estas não foram totalmente pagas ao longo dos 6 primeiros anos) e sobre o consumo mensal de água quente, estando sujeitos a uma tarifa de consumo doméstico bastante atrativa (como podemos observar pela Tabela 14 – Anexo XI.).

4.8. Informação Energética e Financeira do Projeto

Tendo em conta a enorme importância que os requisitos económico-financeiros apresentam para a viabilidade/sucesso de um projeto, julgou-se pertinente construir uma folha de cálculo que permitisse a todas as partes (EGC, condóminos e Smartwatt) um maior envolvimento e compreensão relativamente a esses aspetos. No caso de a Smartwatt prestar o serviço de M&V das poupanças energéticas geradas deverá, inclusive, ser preenchido o quadro relativo à "Identificação de todos os colaboradores com responsabilidade direta no objetivo e âmbito do Plano de M&V" (Tabela 17 – Anexo XV.) para que todo o processo seja o mais transparente possível. Posteriormente os interessados têm a possibilidade de visualizar os respetivos resultados económico-financeiros do investimento em medidas de EE, em função das características do edifício, do sistema a instalar e das condições económico-financeiras impostas. Esta folha poderá eventualmente funcionar como um relatório que resume os resultados/benefícios financeiros do projeto ou então, uma forma de atrair novos investidores para este tipo de projetos.

Inicialmente procedeu-se à construção de uma folha sumária que sintetizasse, de certa forma, os principais trâmites económico-financeiros que influenciam determinado projeto. Nesta fase, o objetivo foi proporcionar à Smartwatt um dispositivo dinâmico sumário, com os aspetos económico-financeiros de maior relevo, para que esta consiga analisar diferentes cenários consoante a oscilação das variáveis. Consequentemente,

construíram-se várias tabelas com o intuito de auxiliar a Smartwatt em todo o processo de planeamento do projeto de EE. No caso da Tabela 21 (Anexo XVII.), pretendeu-se resumir as principais características do edifício em causa. Para o exemplo retratado, a Moradia situa-se na zona de Lisboa, tem aproximadamente 8000 m² e pretende-se instalar um sistema de 2000 litros em função da tipologia do mesmo. Considerou-se, igualmente, importante considerar a despesa anual do edifício com energia, antes da instalação da MRE, para que numa fase posterior se possa analisar de uma forma mais precisa o grau de sucesso da medida. Em função dos custos por tipologia (Tabela 20 – Anexo XVI.) concluímos que em média este edifício tem um custo anual de aproximadamente 132.000€ em Eletricidade e/ou de 44.000€ em GN.

A partir do momento que se define o tipo de sistema a instalar, surge a Tabela 22 (Anexo XVII.) com a respetiva informação energética do projeto. Tal como vimos anteriormente, o valor total do investimento (excluindo custos anuais de O&M) é de 17.858€ para um sistema de 2000 litros com poupanças totais estimadas a rondar os 74.000€ (no final dos 15 anos do contrato) caso do apoio ser a eletricidade e de 16.000€ para apoio a GN. No que diz respeito à informação sobre o capital alheio (Tabela 23 do referido Anexo), deverá ser definido por todas as partes envolvidas no projeto qual a percentagem do investimento suportada por capitais próprios e por alheios. Neste caso considerou-se que a EGC suportaria apenas 30% do investimento final. Sendo assim, 12.500€ seriam suportados por capital alheio, englobando tanto empréstimo bancário como apoios comunitários (FEE|QREN)²¹. No primeiro caso, considerou-se um empréstimo bancário reembolsável em 6 anos. No âmbito do financiamento externo, as condições impostas pelas ILF são determinantes para a viabilidade económico-financeira do projeto e para que no final do tempo de vida do projeto (15 anos) se possa apresentar tanto aos condóminos como à EGC um parecer final quanto à viabilidade económico-financeiro do projeto. Neste sentido a Tabela 24 (Anexo XIX.), resume as principais condições de acesso ao capital alheio que foram estabelecidas.

Em seguida, pretende-se demonstrar os resultados financeiros alcançados para o projeto em causa, em função dos dados estabelecidos nesta secção.

²¹ No âmbito do FEE-Edifício Eficiente 2012, o apoio global está limitado a 1.500€ por fração e 25.000€ por edifício para a tipologia solar térmico.

4.9. Resultados Financeiros

Quando se procedeu à análise da evolução das tarifas de consumo para as diferentes tecnologias, considerou-se 100% de capitais próprios, amortizáveis ao longo dos 6 primeiros anos do contrato. Foi perceptível que as poupanças variam em função do valor final do investimento. Assumiu-se então que no caso de se recorrer a um empréstimo bancário, o cálculo das poupanças incide apenas sobre a percentagem de capitais próprios.

Considerou-se pertinente realizar um estudo de viabilidade económica do projeto, recorrendo tanto a capitais próprios como alheio. Adotando este pressuposto, foi necessário perceber de que forma as despesas financeiras anuais influenciam a viabilidade do projeto. A Tabela 25 (Anexo XIX.) expõe, resumidamente, os valores finais concluídos.²² De notar que o cálculo dos pagamentos a realizar teve implícito um empréstimo com base em pagamentos constantes e uma taxa de juro constante. Inclui o capital e os juros mas não inclui impostos, pagamentos de seguros ou tarifas, por vezes associados a empréstimos. No que diz respeito aos juros a pagar o valor teve em consideração o capital em dívida e a taxa de juro aplicada.

Tabela 6 - Sumário Financeiro para instalação de Sistema de 2000 litros

Custo Total do Investimento	5.357 €	
Custo Total do Investimento/m ²	0,67 €	
	Apoio Elétrico	Apoio Gás Natural
<i>Payback Period</i> Simples (n.º anos)	4,5	10,0
<i>Payback Period</i> Ajustado (n.º anos)	5,2	13,2
IR	96%	26%
VAL	24.257 €	1.024 €
TIR	35%	10%
Impacto nos Resultados Operacionais	5.130 €	1.367 €
Impacto no Valor Patrimonial	64.129 €	17.088 €

A Tabela 6 acima resume os principais resultados financeiros do projeto para os dois cenários considerados: sistema solar térmico com apoio elétrico ou com apoio a GN.

²² Nota: O exemplo retratado diz respeito apenas à instalação de um sistema solar de 2000 litros. Os resultados para o caso de um sistema de 3000 litros estão evidenciados em 'Anexos' e a metodologia de cálculo foi semelhante ao caso apresentado.

Para o cálculo do VAL descontou-se todos os CF do projeto incluindo os CF negativos correspondentes aos investimentos iniciais e CF negativos na fase de arranque do projeto. Em seguida somou-se todos os CF ajustados por forma a obter o VAL. Tendo em conta que o VAL é positivo o projeto deverá ser aceite.

Como alternativa ao método do VAL, usou-se uma outra técnica de análise de investimentos: *payback* ajustado. Este conceito considera o tempo de retorno do investimento realizado e difere do *payback* simples pelo facto de considerar o valor temporal do dinheiro. A Tabela 26 demonstra os diferentes passos seguidos para o respetivo cálculo. Em primeiro lugar, chegou-se a valores finais relativos aos CF anuais considerando as poupanças geradas por tipologia (Tabela 18 – Anexo XVI.) deduzidas das despesas financeiras anuais (Tabela 25 – Anexo XIX.). O passo seguinte, após conhecidos os valores dos CF acumulados, foi reduzir os pagamentos anuais futuros pelo respetivo custo de capital (fixou-se 8%) já que os proveitos futuros vão ter menor valor que na atualidade.²³

Depois de uma rigorosa análise dos KPIs do projeto (Tabela 7 em baixo) concluímos que o projeto é economicamente viável considerando tanto o apoio a eletricidade como a GN. No entanto, existem determinadas considerações que deverão ser cuidadosamente analisadas e relatadas tanto aos próprios condóminos como à EGC. Por um lado foi considerado que o investimento inicial é igual para ambos os apoios, facto que na realidade poderá não acontecer em virtude do tipo de equipamento já existente em cada fração. Comprovado pela Figura 15 seguinte, instalar o equipamento hoje não é sinónimo de poupanças imediatas. Quer isto dizer que as partes envolvidas deverão estar conscientes que existe um tempo de retorno associado ao projeto. Terá que haver um esforço financeiro numa fase inicial para que posteriormente se retire os dividendos recompensadores, em função do período e do montante de financiamento incorrido. Por último, mas não menos importante, é a questão dos apoios comunitários. Quando estes fundos não estão disponíveis de imediato, põe-se em causa se o projeto de EE deverá ser levado a cabo imediatamente e financiamento exclusivamente pelos condóminos e EGC, ou se por outro lado, será melhor solução optar por esperar que esses fundos estejam disponíveis em futuros orçamentos. Obviamente que este dilema deve ser

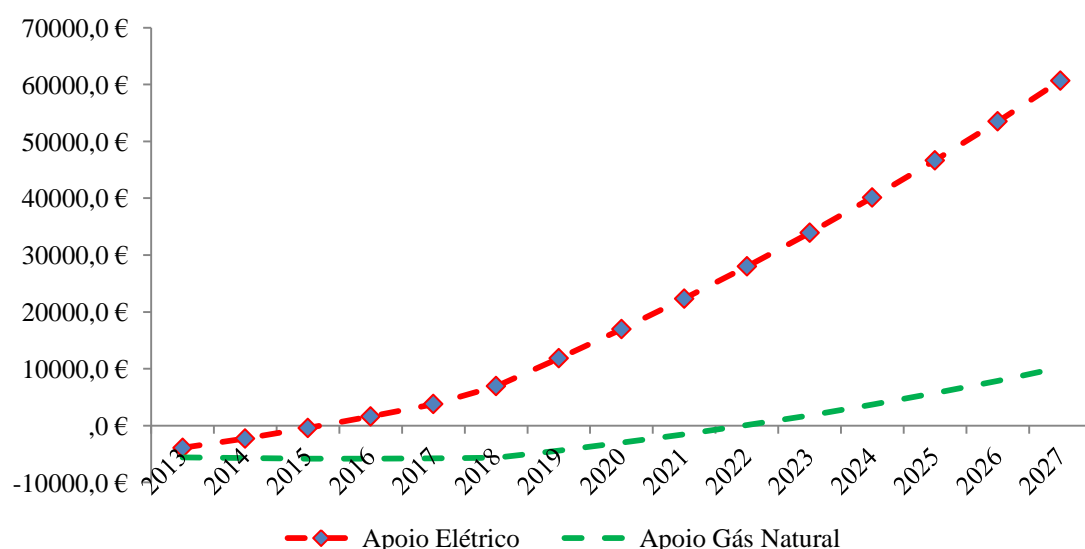
²³ Para o cálculo do *payback period* simples dividiu-se os custos totais do projeto pelas estimativas de poupança líquida (inclusão dos custos de financiamento).

ponderado e discutido ao detalhe dado que envolve avultados recursos. No caso de se optar por esperar por esses fundos, evitam-se pagamentos relativos a juros no entanto, vão ser desperdiçadas poupanças durante esse período. Este *trade-off* é certamente uma questão pertinente para futuras reflexões para que as decisões de investimento sejam tomadas de uma forma mais séria e cuidadosa.

Tabela 7 - Indicadores-Chave de Desempenho do Projeto (KPIs)

Sistema de 2000 litros		
	Apoio Elétrico	Apoio Gás Natural
◦ Custo Total do Investimento Suportado	5.357 €	5.357 €
◦ Poupanças Médias Anuais Líquidas	5.130 €	1.367 €
◦ Total de Redução Líquida das Despesas Operacionais	62.869 €	15.580 €
◦ Impacto no Valor Patrimonial	64.129 €	17.088 €
◦ <i>Payback Period</i> Ajustado (n.º anos)	5,2	13,2

Figura 15 – Evolução dos *Cash-Flows* Acumulados (comparação entre os diferentes apoios para Sistema de 2000 litros)



Capítulo 5.

Conclusões

Como ficou evidente ao longo do presente trabalho, fruto da revisão bibliográfica efetuada, são notórios os benefícios não só ambientais mas também económicos que a opção e a adoção por projetos de EE mais concretamente da instalação de MRE trazem tanto para a própria organização como para a ESE. É preponderante o papel da EE no contexto económico-financeiro que Portugal enfrenta. Tendo em conta o elevado preço do barril do Brent e a subida constante do preço da eletricidade e do GN é importante informar os consumidores domésticos e as organizações da necessidade urgente de adotar novos comportamentos mais eficientes no seu quotidiano. A Smartwatt, dadas as suas valências e experiência nesta área, poderá desempenhar um papel interessante na proliferação de melhores práticas de gestão energética, nomeadamente das potencialidades de um EPC. Câmaras Municipais, escolas, lares, universidades etc. são entidades que agregam muita gente, desempenhando um papel fundamental nos comportamentos da sociedade. Há deste modo, a possibilidade de trabalharem em conjunto através da realização de palestras, conferências de sensibilização e sessões de esclarecimento à população ou mesmo nas próprias empresas no que respeita à temática da EE em si, mas também através da divulgação de conselhos e casos práticos de sucesso em relação à gestão dos próprios recursos. De realçar o facto de nos quadros da empresa existirem colaboradores com qualificações distintas e diversificadas (Gestão, Engenharia, Ciências, etc.) permitindo-lhe assim, realizar ações de formação para os mais variados públicos.

A criação de um procedimento para a prestação de serviços de M&V teve como objetivo uniformizar a metodologia para a elaboração de planos de M&V e Pós-instalação das MRE e teve como base teórica principal o IPMVP e o FEMP. Consultando a *checklist*, todas as ESE interessadas em prestar este tipo de serviços estarão totalmente informadas daquilo que deverá conter cada relatório podendo ao mesmo tempo documentar qualquer não conformidade ou oportunidade de melhoria da medida instalada de uma forma simples e intuitiva.

A principal mais-valia criada com o presente trabalho é a possibilidade do utilizador (ESE, proprietário da instalação ou financiador) ao mesmo tempo que mede as poupanças alcançadas poder avaliar, através de uma escala criada, o nível de (in)sucesso do projeto. A criação dos *templates* funcionará como um mecanismo facilitador para que o cliente esteja a par da evolução das poupanças de uma forma mais transparente podendo ao mesmo tempo, neste caso a Smartwatt, proceder a qualquer tipo de ajuste em função dos resultados obtidos na avaliação. A introdução de uma nova análise (“preliminar”) é certamente um aspeto inovador na M&V. A Smartwatt deverá diferenciar-se da concorrência pela qualidade na prestação do serviço e a disponibilização de relatórios e análises preliminares poderá ser um veículo condutor para o sucesso da atividade, evitando assim perdas energéticas e monetárias desnecessárias ao cliente, através de uma atuação pronta e eficaz logo no 1º mês após a instalação da MRE, caso se verifique qualquer anomalia.

Dado o surgimento, ainda que recente, da norma internacional ISO 50001 é conclusivo, ao longo do trabalho, que existem requisitos da mesma que devem ser aproveitados pela Smartwatt na atividade de M&V, como possível forma de diferenciação face à concorrência. Esta complementaridade será ainda mais oportuna recorrendo ao plano de M&V para identificar oportunidades de melhoria de desempenho energético da empresa e do EnMS.

Após a breve análise realizada do programa de EE na Administração Pública, pode concluir-se que, de facto, ainda existe um longo período a percorrer para que o mesmo seja uma realidade. Tais imposições impostas pelo Estado impossibilitam qualquer pequena/média empresa, nomeadamente à Smartwatt, aceitar tais condições em virtude da pouca liquidez de tesouraria e pela reduzida capacidade de endividamento, a custos e a prazos apropriados a este tipo de serviços. Deve ser adotada pela Smartwatt uma atitude pró-ativa através do levantamento de possíveis instituições dentro da sua área geográfica de atuação com o objetivo de estabelecer novos contactos com os seus parceiros de negócio, motivá-los e cativá-los para este tipo de contratos. Só assim será possível alcançar os objetivos do programa e combater a obesidade energética dos atuais edifícios públicos.

No programa Eco.AP como o risco não é partilhado, ou seja, o investimento pertence exclusivamente à ESE, a verificação dos equipamentos de medição está a cargo,

exclusivamente, da mesma. Sendo assim, tendo em conta que o cliente não se interessa pela manutenção do equipamento fruto da garantia de poupança a que tem direito, seria conveniente criar um mecanismo de suporte a um projeto que não tenha tido o desempenho esperado em termos de poupança, ou na eventualidade dos resultados alcançados terem demorado mais do que o previsto. Este tipo de mecanismo exonerava, em certo grau, a empresa financiadora de um determinado nível de prejuízo inicial.

Outra forma de facilitar a viabilidade deste programa seria, provavelmente, a criação de uma entidade semelhante à PROESCO (Brasil) que agrupa um conjunto de bancos privados (pouco habituados a negócios ao nível da EE(!)), que tem como propósito disponibilizar uma linha de crédito para financiar projetos e EPC organizados pela ESE. Este mecanismo seria uma solução para a enorme dificuldade de acesso a financiamento que estas empresas enfrentam atualmente.

Dada a insipiente metodologia adotada por este programa no que diz respeito à M&V, é fundamental incorporar novos procedimentos, tais como os que foram criados ao longo da dissertação, para que o programa seja encarado como uma solução exequível. O critério avaliativo adotado na *checklist* é uma ferramenta que pode credibilizar o programa se atuar em conjunto, logo após a instalação das MRE, com os relatórios preliminares. No âmbito da avaliação, seria interessante para a M&V que a CE contemplasse determinados valores para a verificação das poupanças. Sabe-se que, esporadicamente são canalizados fundos europeus para o financiamento de projetos de EE no entanto, não existe qualquer plano para certificar as poupanças geradas ou para provar que há seguimento das medidas postas em prática. Depreende-se então, que a M&V é uma atividade essencial para um controlo e fiscalização mais austera desses fundos e dos projetos em causa.

Tal como foi referido no ponto 3.2. a realização de relatórios preliminares é um instrumento decisivo que, de forma alguma, deve ser negligenciado pelas partes envolvidas na racionalização de custos oriundos de eventuais anomalias dos equipamentos de medição. Nestes casos, a Smartwatt deverá criar, paralelamente, um plano de contingência no sentido de limitar o risco de falha nos equipamentos de medição.

O caso prático apresentado reflete a importância da medição de poupanças energéticas e a obrigatoriedade de transmitir a todas as partes envolvidas, valores

concretos em termos de poupança. Esta transparência permitirá aferir o real impacto em termos de investimento. Como foi possível constatar, são claras as vantagens económicas que advêm da implementação de um sistema solar térmico, no entanto nos primeiros anos do projeto os moradores e/ou a EGC terão de suportar custos adicionais fruto do investimento e do equipamento de apoio instalado em cada moradia. A principal conclusão que se pode retirar do caso apresentado é que é extremamente importante para a Smartwatt, EGC e moradores saber quantificar os custos energéticos e termos de kWh para que se possa fazer uma análise comparativa, estimar *payback period* ou IR de um projeto de instalação de sistema solar térmico com outras opções renováveis ou não. Face à queda do mercado português no primeiro semestre de 2012²⁴, as futuras estratégias empresariais devem seguir o caminho de redução de custos assim como desenvolver melhores formas de comunicar ao público-alvo as vantagens do solar térmico, tarefa que os gráficos e toda a análise efetuada podem coadjuvar.

Concluindo, o trabalho realizado deve ser encarado como uma etapa inicial para uma melhor gestão da energia e de MRE instaladas. É essencial que o estudo e investigação desta temática prossigam tendo como base metodológica o procedimento criado. Será certamente interessante para a Smartwatt, como sugestão para investigações futuras, criar ou desenvolver informaticamente um ambiente WEB'log onde os utilizadores possam acompanhar e tratar dados em tempo real. Acedendo a um portal WEB, qualquer usuário poderá obter, em qualquer parte do Mundo, dados na hora relativamente aos índices de consumo energético da instalação e de poupança que estão a ser gerados, nomeadamente através de visualização gráfica. Graças a isto, poderão ser realizadas análises mais detalhadas por parte do cliente e da ESE e qualquer anomalia ou falha nos equipamentos de medição e monitorização poderão ser identificados com maior facilidade através de um sistema de alarme automático que posteriormente informa as partes envolvidas no projeto, via correio eletrónico, fax ou por mensagem de telemóvel. Ferramentas como esta será certamente o futuro da gestão energética não só pela maior transparência e credibilidade que transmitem ao negócio em si, mas também pelo papel integrante e decisivo que assumem numa *smart grid*.

²⁴ Segundo os dados revelados pelo Observatório da APISOLAR, o setor do solar térmico caiu 35% em relação ao período homólogo (Revista Climatização, 2012)

Referências Bibliográficas

ADENE, 2012a: *ECO.AP – Apresentação das linhas gerais do Projeto-Piloto*, Janeiro de 2012. Disponível em <http://www.adene.pt/pt-pt/NavegacaoDeTopo/EnergiaNoEstado/EcoAP/Documents/120124ProgEcoAp.pdf>,
acedido em Abril de 2012

ADENE, 2012b: *ECO.AP – Programa de Procedimento Tipo*. Disponível em <http://www.adene.pt/pt-pt/NavegacaoDeTopo/EnergiaNoEstado/EcoAP/Paginas/DiscPublica.aspx>,
acedido em Março de 2012

ADENE, Agência para a Energia. Disponível em www.adene.pt,
acedido em Março de 2012

ADENE: Fundo de Eficiência Energética. Disponível em <http://fee.adene.pt/avisos/Paginas/avisos.aspx>,
acedido em Julho de 2012

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
Disponível em www.ashrae.org,
acedido em Maio de 2012

Armando, Tiago (2011), *Desenvolvimento de um Guia de Medição e Verificação do Desempenho Energético*, Dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrónica e de Computadores, Major Energia – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponibilizado pelo Professor Cláudio Monteiro,
acedido em Junho de 2012.

ASHRAE, 2002: *Guideline 14 - Measurement of Energy and Demand Savings*,

Barclays. Disponível em http://www.barclays.pt/particulares/credito_habitacao/taxas_juro.htm, acedido em Abril de 2012

Bertoldi, Paolo; Rezessy, Silvia; Vine, Edward (2006). *Energy service companies in European countries: Current status and a strategy to foster their development*. *Energy Policy* 34(14): 1818-1832.

BPIE, 2012 (Buildings Performance Institute Europe) – *Energy Efficiency Policies in Buildings – The Use of Financial Instruments at Member State Level*. Disponível em https://dl.dropbox.com/u/4399528/BPIE/publications/BPIE_Financial_Instruments_08.2012.pdf, acedido em Setembro de 2012

Building Energy Performance Assessment News. Disponível em <http://www.bepanews.com/>, acedido em Fevereiro de 2012

Buonicore, Anthony J. (2011), *M&V in Energy Performance Contracting Using ASTM BEPA Methodology*, *Building Energy Performance Assessment News (BEPAnews)*, Paper No. 11-004. Disponível em http://srmnetwork.com/wp-content/uploads/Whitepaper_IPMVP_BEPA_Final_12-14-11.pdf, acedido em Março de 2012

Buonicore, Anthony J. (2012), *Energy Efficiency Retrofit Financing Options for the Commercial Real Estate Market*, *Building Energy Performance Assessment News (BEPAnews)*. Disponível em http://www.srmnetwork.com/wp-content/uploads/Whitepaper_EE_Financing_Options_Final_02-15-12.pdf, acedido em Março de 2012

Capelo, Carlos (2012), *ESEs e contratos de desempenho energético*, Renováveis Magazine, N.º9

Cardoso, Filipa (2011), *Contratos de gestão de eficiência energética já têm regime jurídico*, Revista Climatização, N.º75

Climate Technology Initiative, 2003. *Guide to Working with Energy Service Companies in Central Europe*. CTI Secretariat, Tokyo; ECS (Energy Charter Secretariat), 2003. *Third Party Financing. Achieving its Potential*. Energy Charter Secretariat, Brussels, citado por Bertoldi, P., S. Rezessy, et al. (2006). *Energy service companies in European countries: Current status and a strategy to foster their development*. *Energy Policy* 34(14): 1818-1832., acessado em Abril de 2012

CLUBE2E Energy Efficiency Services Club Energy, 2009: *Efficiency Services Measurement and Verification Guide*. Disponível em <http://www.clubs2e.org/Content/Default.asp?PageID=285>, acessado em Março de 2012

Comissão Europeia, 2006 - Diretiva 2006/32/CE do Parlamento Europeu e da Comissão Europeia – *Energy End Use Efficiency and Energy Services Directive*. Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:0064:en:pdf>, acessado em Março de 2012

Comissão Europeia, 2010 – Diretiva 2010/31/EU do Parlamento Europeu e da Comissão Europeia – *Energy Performance of Buildings*. Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>, acessado em Agosto de 2012.

Consortium for Energy Efficiency. Disponível em <http://www.cee1.org/>, acessado em Julho de 2012

DGEG, Direção Geral de Energia e Geologia. Disponível em <http://www.dgeg.pt/>, acessado em Junho de 2012

Diário de Notícias (Economia). Disponível em <http://www.dn.pt/bolsa/>, acedido em Março de 2012.

ECO.AP, Programa de Eficiência Energética na Administração Pública. Disponível em <http://www.adene.pt/pt-pt/Actividades/Paginas/Eco-AP.aspx>, acedido em Abril de 2012

Ecosave (2008) *in* Energy Efficiency Council – *Introduction M&V for Facility Manager*. Disponível em <http://www.eec.org.au/UserFiles/File/M&V/M&V%20for%20Facility%20Managers.pdf>, acedido em Abril de 2012

Energy Efficiency Council. Disponível em <http://eec.org.au/>, acedido em Maio de 2012

Energy Management System. Disponível em <http://www.enms-doc.com/>, acedido em Junho de 2012

EPA, Environmental Protection Agency (2007) - *Model Energy Efficiency Program Impact Evaluation Guide, A Resource of the National Action Plan for Energy Efficiency*, 2007. Disponível em http://www.epa.gov/cleanenergy/documents/suca/evaluation_guide.pdf, acedido em Junho de 2012

ERSE, Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, Tarifas e Preços. Disponível em <http://www.erse.pt/pt/eletricidade/tarifaseprecos/precosdeeletricidade/Paginas/default.aspx>, acedido em Maio de 2012

EVO, *Efficiency Valuation Organization*. Disponível em http://www.evo-world.org/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=63&lang=pt, acedido em Março de 2012

FEMP - *M&V Guidelines: Measurement and Verification for Federal Energy Projects* - Version 3.0. Disponível em http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/mv_guidelines.pdf,
acedido em Março de 2012

Fonseca, Paula e Traça de Almeida, Aníbal (2012), *serviços energéticos*, Renováveis Magazine, N.º9

Hansen, Shirley J. (2006). *Performance Contracting: Expanding Horizons* (2 ed.).

Hansen, Shirley J.; Langlois, Pierre; Bertoldi, Paolo (2009), *ESCOs Around The World: Lessons Learned in 49 Countries*, The Fairmont Press, Inc. Disponível em <http://www.amazon.com/ESCOs-Around-World-Lessons-Countries/dp/1439811016>,
acedido em Março de 2012

Gomes, Henrique (Ex-secretário de Estado da Energia) (2011), *6ª edição da Expo Energia – Lisboa*, Jornal Água&Ambiente, Novembro de 2011

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética, *Introdução ao Uso da Medição e Verificação de Economias de Energia no Brasil* – Rio de Janeiro, Novembro de 1997. Disponível em http://www.inee.org.br/downloads/escos/Intro_mv.pdf,
acedido em Julho de 2012

IPMVP, *International Performance Measurement and Verification Protocol*, Vol.1. 2012: Efficiency Valuation Organization. Disponível em http://www.evo-world.org/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1543&Itemid=,
acedido em Março de 2012

IPMVP, *International Performance Measurement and Verification Protocol*, Vol. 1. 2009: Efficiency Valuation Organization. Disponível em http://www.evo-world.org/index.php?option=com_form&form_id=36&lang=pt,
acedido em Março de 2012

ISO, 2011b, ISO/FDIS 50001:2011 - *Energy management systems – Requirements with guidance for use*, Disponível em <http://www.j-e-a.ru/www/wp-content/uploads/2010/01/iso-fdis-50001-2011.pdf>, acedido em Abril de 2012

ISO, International Organization for Standardization, 2011a - *Win the energy challenge with ISO 50001*, Disponível em http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy.pdf, acedido em Abril de 2012

Marino, Angelica; Bertoldi, Paolo; Rezessy, Silvia (2010) – *Energy Services Companies Market in Europe – Status Report 2010*, Institute of Energy (Comissão Europeia). Disponível em <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/15108/1/jrc59863%20real%20final%20esco%20report%202010.pdf>, acedido em Março de 2012

Marino, Angelica; Bertoldi, Paolo; Rezessy, Silvia e Boza-Kiss, B. (2011). *A snapshot of the European energy service market in 2010 and policy recommendations to foster a further market development*. *Energy Policy*, 39(10), 6190-6198. doi: 10.1016/j.enpol.2011.07.019

Matias, Miguel (2011) *ADENE quer lei de eficiência energética em edifícios*, *Jornal Água&Ambiente*, N.º157

Meyers, Steven e Kromer, Steve (2008). *Measurement and verification strategies for energy savings certificates: meeting the challenges of an uncertain world*. [Article]. *Energy Efficiency*, 1(4), 313-321. doi: 10.1007/s12053-008-9019-5

Ministério da Economia e da Inovação – Decreto-Lei n.º 78/2006 in *Diário da República*, 1ª Série – N.º 67 – 4 de Abril de 2006. Disponível em <http://dre.pt/pdfgratis/2006/04/067A00.PDF>, acedido em Julho de 2012

Ministério da Economia e da Inovação - Decreto-Lei n.º71/2008 *in* Diário da República, Alínea a) do n.º2 do artigo 19.º - 15 de Abril de 2008 - Despacho n.º17313/2008, SGCIE. Disponibilizado pela Smartwatt, acedido em Julho de 2012

Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento - Decreto-Lei n.º 29/2011, *in* Diário da República, 1ª Série - N.º 41 - 28 de Fevereiro de 2011. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2011/02/04100/0120901216.pdf>, acedido em Abril de 2012

Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento – Decreto-Lei n.º50/2010, *in* Diário da República, 1ª Série – N.º 98 – 20 de Maio de 2010. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2010/05/09800/0173901740.pdf>, acedido em Abril de 2012

Novo Fundo para a Eficiência Energética – 265 Milhões de euros para projetos de eficiência energética e renováveis, Revista Climatização, N.º77

Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica. Disponível em <http://www.erse.pt/pt/planodepromocaodaeficiencianoconsumoppec/siteppec1112/Paginas/default.aspx>, acedido em Abril de 2012

Parlamento Europeu (2012) - Nova Diretiva para a Eficiência Energética. Disponível em http://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/public/focus/20120831FCS50275/20120831FCS50275_pt.pdf, acedido em Setembro de 2012.

Revista Climatização - Energia e Edifícios. Disponível em <http://www.climatizacao.pt/>, acedido em Abril de 2012

Revista Climatização (2012). Disponível em http://www.climatizacao.pt/noticias/2603_12.aspx, acedido em Março de 2012

Salsa e Quadros, Pedro (2011) (Smartwatt), *Mercado de serviços energéticos atrai empresas*, Jornal Água&Ambiente, N.º154

Smartwatt – *Energy Services*. Disponível em <http://www.smartwatt.pt>, acedido em Fevereiro de 2012

Smartwatt (2011a), Apresentação *THINK ESCO with Smartwatt*. Disponibilizado pela Smartwatt, acedido em Setembro de 2012.

Smartwatt (2011b), *Análise de Sensibilidade à Previsão dos Preços da Eletricidade*, INDASA – Indústria de Abrasivos, S.A. Disponibilizado pela Smartwatt, acedido em Junho de 2012.

Soares, Nelson (2012). *Smart Grids – A Solução do lado da Procura*. 6ª Reunião de concertação do “TICE.PT” – Viseu. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=ebEF9tpUSm0>, acedido em Março de 2012

Sustainable Real Estate Solutions. Disponível em <http://www.srmnetwork.com/>, acedido em Fevereiro de 2012

Taylor, P. Robert; Govindarajalu, Chandrasekar; Levin, Jeremy; Meyer, Steven. Anke; Ward, A. William (2008), *Financing Energy Efficiency, Lessons from Brazil, China, India, and Beyond*, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. Disponível em <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/6349/425290PUB0ISBN11OFFICIAL0USE0ONLY10.pdf?sequence=1>, acedido em Maio de 2012

The Australasian Energy Performance Contracting Association for the Energy Efficiency Best Practice Program in the Australian Department of Industry Science and Resources, 2000 - *A Best Practice Guide to EPC - reducing operating costs through guaranteed outcome*. Disponível em <http://eec.org.au/UserFiles/File/docs/Best%20Practice%20guide%20to%20EPC.pdf>, acedido em Maio de 2012

The Australasian EPC Association for the Innovation Access Program of AusIndustry in the Australian Department of Industry Tourism and Resources, 2008 - *A Best Practice Guide to M&V of Energy Savings: A companion document to 'A Best Practice Guide to EPC'*, Disponível em <http://eec.org.au/UserFiles/File/docs/Best%20practice%20guide%20to%20measurement%20and%20verification.pdf> acedido em Março de 2012

Thumann, Albert; Woodroof, Eric (2005), *Handbook of Financing Energy Project, United States of America*, The Fairmont Press, Inc. Disponível em http://books.google.pt/books?id=nMumE69k7wIC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false, acedido em Maio de 2012

Obama, Barack (Presidente dos Estados Unidos da América) (2011), Universidade Penn State, U.S. Department of Energy. Disponível em <http://energy.gov/>, acedido em Março de 2012

Vine, Edward (2005). *An international survey of the energy service company (ESCO) industry*. *Energy Policy*, 33(5), 691-704. doi: 10.1016/j.enpol.2003.09.014

Xu, P., Chan, E. H.-W., & Qian, Q. K. (2011). *Success factors of energy performance contracting (EPC) for sustainable building energy efficiency retrofit (BEER) of hotel buildings in China*. *Energy Policy*, 39(11), 7389-7398. doi: 10.1016/j.enpol.2011.09.001

Zorrinho, Carlos (anterior Secretário de Estado da Energia), Revista Climatização, N.º75

Apêndices

Anexo I. Folha de Cálculo: Quadros para *Checklist* e *Templates*

Quadro 1 - Exemplo de Previsão Anual das Poupanças

	MRE # / Nome			
	€	%	Alertas	Target / Limites
Poupança Total do projeto	15.000,00 €	100%		
Poupança em energia e/ou água do projeto	11.500,00 €	77%	ATENÇÃO: Insuficiente poupança de energia e/ou água do projeto - proceder a ajustes!	80%
Poupança em custos de O&M (poupanças não medidas)	2.000,00 €	13%	Elevadas Poupanças não medidas	10%
Co-Benefícios (poupanças não medidas)	1.500,00 €	10%	Elevadas Poupanças não medidas	8%
Poupanças Garantidas no 1º ano	500 €	7%		
Custos Estimados para as atividades de M&V	700,00 €	6%	ATENÇÃO: Elevados Custos de M&V - Proceder a ajustes!	5%

Notas:

- ✓ Custos Estimados para as atividades de M&V: Apenas incluir poupanças medidas. Poupanças de O&M e Co-Benefício são deste modo excluídas;
- ✓ *Target / Limites*: Preencher campos a amarelo. Deverão estabelecer-se determinados limites máximos ou objetivos/metastas no sentido de alertar as partes interessadas de possíveis desvios/desajustamentos relativamente a valores previamente definidos;
- ✓ No caso das poupanças estimadas não serem satisfatórias ou no caso dos custos estimados excederem valores aceitáveis, dever-se-á proceder a ajustamentos preenchendo a coluna "Registrar Anomalias/Oportunidades de Melhoria" no respetivo requisito da *checklist*.

Quadro 2 – Exemplo de Desempenho Energético Anual de uma MRE

Data da elaboração do relatório: 20-06-2012 10:49	MRE # / Nome			
	€	%	Alertas	Target / Limites
Redução Anual dos Custos Totais do projeto	12.500,00 €	100%	ATENÇÃO: Sub-desempenho da MRE	
Redução Anual dos Custos de energia e/ou água do projeto	8.000,00 €	64%	ATENÇÃO: Insuficiente redução anual dos custos de energia e/ou água do projeto em comparação com os estimados - proceder a ajustes!	80%
Redução Anual dos Custos de O&M (poupanças não medidas)	2.500,00 €	20%	Elevadas poupanças não medidas	10%
Co-Benefícios Anuais (poupanças não medidas)	2.000,00 €	16%	Elevadas poupanças não medidas	8%
Poupanças Garantidas no 1º ano	800,00 €	6%	Poupanças superiores às Garantidas!	
Custos Anuais para as atividades de M&V	800,00 €	10%	ATENÇÃO: Elevados Custos Anuais p/ as atividades de M&V em comparação com os estimados!	5%

Notas:

- ✓ Custos Anuais para as atividades de M&V: Apenas incluir poupanças medidas. Poupanças de O&M e Co-Benefícios são deste modo excluídas;
- ✓ *Target/Limites*: Neste campo deverão estabelecer-se determinados limites máximos ou objetivos/metast no sentido de alertar as partes interessadas de possíveis desvios/desajustamentos relativamente a valores previamente definidos. Estes trâmites deverão ser estabelecidos na fase de elaboração do plano de M&V, procedendo-se nesta fase a uma avaliação do desempenho das MRE;
- ✓ No caso das poupanças anuais verificadas não serem satisfatórias (sub-desempenho das MRE) ou no caso dos custos anuais excederem valores aceitáveis/previstos, dever-se-á proceder a ajustamentos preenchendo a coluna "Registar Anomalias/Oportunidades de Melhoria" no respetivo requisito.

Anexo II. Matriz de Classificação de Desempenho

Quadro 3 - Classificação do Desempenho da MRE (para avaliação preliminar e anual)

<i>Rating</i>	
◦ Desempenho Energético x% ou mais, acima do <i>Target</i> *	A++
◦ Desempenho Energético acima do <i>Target</i>	A+
◦ Desempenho Energético igual ao <i>Target</i>	A
◦ Desempenho Energético acima da <i>Baseline</i> mas abaixo do <i>Target</i>	B
◦ Desempenho Energético igual à <i>Baseline</i>	B-
◦ Desempenho Energético abaixo da <i>Baseline</i>	C
◦ Desempenho Energético x% ou mais, abaixo do <i>Target</i> *	D
* definir % 10%	



Quadro 4 - Classificação do Desempenho Energético da MRE (Legenda)


<p>Avaliação Positiva</p>	<p>A++ A+ A</p> <p>Se este for o resultado da avaliação preliminar ou anual quer dizer que o desempenho energético da organização está a melhorar substancialmente comparando com a <i>baseline</i> e com o <i>target</i> previamente estabelecido. A monitorização dos equipamentos deverá manter-se cuidadosa de forma a manter os elevados níveis de poupança energética. Não excluir eventuais ações de prevenção e de melhoria contínua do desempenho energético.</p>
<p>Avaliação Aceitável</p>	<p>B</p> <p>Esta classificação reflete um moderado sucesso da MRE, no entanto, os níveis de consumo energético ainda não são os melhores, situando-se abaixo do <i>target</i> definido. É necessário analisar a situação e proceder a algum ajuste que se depreenda conveniente para prevenir eventuais desvios.</p>
<p>Avaliação Negativa</p>	<p>B- C</p> <p>A nota atribuída revela um certo desvio ou proximidade dos níveis de consumo energético em relação à <i>baseline</i> o que se traduz num ineficaz desempenho das MRE aplicadas. Este facto requer especial atenção e determinados esforços das partes envolvidas no sentido retornar os níveis de consumo para os da <i>baseline</i>, ou melhor.</p> <p>D</p> <p>Neste caso verifica-se um desvio significativo em relação ao nível de consumo da <i>baseline</i>. É crucial que se proceda a uma análise cuidada da situação com o objetivo de entender a causa deste desvio (por vezes pode estar relacionado com um aumento da produção da instalação). É urgente realizar ajustes ou proceder a medidas corretivas de forma a melhorar o desempenho energético da organização.</p>

Anexo III. Templates para Avaliação Preliminar

Quadro 5 - Análise preliminar (30 dias após a instalação da MRE) de Redução dos Custos

Nível MRE: Resultados Pós-Instalação (1º Mês) (copiar para cada MRE)														
Nome da entidade Responsável pela monitorização:														
Nome do funcionário Responsável pela monitorização:														
MRE # Nome		Consumo Total de Energia (kgep)	Outros Consumos		Gás		Eletricidade		Procura de energia elétrica		Água		O&M	Total Custos
Opção de M&V:			Consumo (Gal)	Custos (Litros)	Consumo (m³)	Custos (kg)	Consumo (kWh)	Custos (kgep)	Consumo (kW/ano)	Custos (kgep/ano)	Consumo (Litros)	Custos	Custos	
Documento de referência:														
Baseline														- €
Pós-Instalação (30 dias após a instalação)														- €
Poupanças Estimadas														- €
Poupanças Garantidas														- €
Poupanças Verificadas														- €
Total de Redução dos Custos			- €		- €		- €		- €		- €		- €	- €

Quadro 6 - Avaliação preliminar (30 dias após a instalação) do Desempenho Energético da MRE

Avaliação Pós-Instalação (1º mês) (copiar para cada MRE)		Dados do 30º dia após a instalação da MRE			Avaliação Preliminar A+	Limp. Campos do Consumo	
Energia Medida: (selecionar opção correspondente) Eletricidade		Mês da Verificação: Janeiro				Registrar Ajustes	Limp. Registo
MRE # 1		Total Produção:				Nota: No caso da avaliação preliminar ser negativa, ou seja, se a MRE obtiver uma classificação de B.B., C ou D, deverá proceder-se a ajustamentos e registá-los devidamente, clicando na opção "Registrar Ajustamentos".	
Nome: Instalação de Lâmpadas LED		Baseline (a)	Target (b)	Reporte (b)	(a)-(b)		
kWh	1500	1200	1100	400			
€	500 €	200 €	100 €	400 €			
Ajustes 1- 2- 3- 4-							
Recomendações: O desempenho energético da organização está a melhorar substancialmente comparando com a baseline e com o target previamente estabelecido. A monitorização dos equipamentos deverá manter-se cuidadosa de forma a manter os elevados níveis de poupança energética. Não excluir eventuais ações de prevenção e de melhoria contínua do desempenho energético para que os níveis de poupança energética aumentem e de forma a evitar que a classificação desça para níveis "aceitáveis".							

Anexo IV. Dados de Entrada do Exemplo numérico para uma MRE

Quadro 7 - Exemplo numérico para MRE (Substituição de lâmpadas de Halogénio por lâmpadas LED)

Baseline				
Potência lâmpadas Halogénio (W)	35	Total	74	
Mês	Dias de Funcionamento	Horas/dia	Potência Total (W)	kWh
Janeiro	22	9,5	2590	541,31
Fevereiro	20	9,4	2450	460,60
Março	22	9	2380	471,24
Abril	18	8,5	2485	380,21
Maio	22	7	2485	382,69
Junho	20	5	2590	259,00
Julho	22	5	2590	284,90
Agosto	10	5	2345	117,25
Setembro	20	6	2345	281,40
Outubro	22	8,3	2450	447,37
Novembro	20	9,1	2450	445,90
Dezembro	15	9,6	2380	342,72

Reporte				
Potência lâmpadas LED (W)	6			
Mês	Dias de Funcionamento	Horas/dia	Potência Total (W)	kWh
Janeiro	22	9,6	444	93,77
Fevereiro	20	9,2	444	81,70
Março	22	8,8	444	85,96
Abril	18	8,7	444	69,53
Maio	22	7,4	444	72,28
Junho	20	6	444	53,28
Julho	22	6	444	58,61
Agosto	10	5,5	444	24,42
Setembro	20	6,2	444	55,06
Outubro	22	7,9	444	77,17
Novembro	20	8,8	444	78,14
Dezembro	15	9,4	444	62,60

Redução			Preço/LED
Preço (€/kWh)	0,14 €		26 €
kWh	Relação	Poupança	
447,5	83%	62,66 €	
378,9	82%	53,05 €	
385,3	82%	53,94 €	
310,7	82%	43,49 €	
310,4	81%	43,46 €	
205,7	79%	28,80 €	
226,3	79%	31,68 €	
92,8	79%	13,00 €	
226,3	80%	31,69 €	
370,2	83%	51,83 €	
367,8	82%	51,49 €	
280,1	82%	39,22 €	

Anexo V. Template Anual para análise da evolução das poupanças

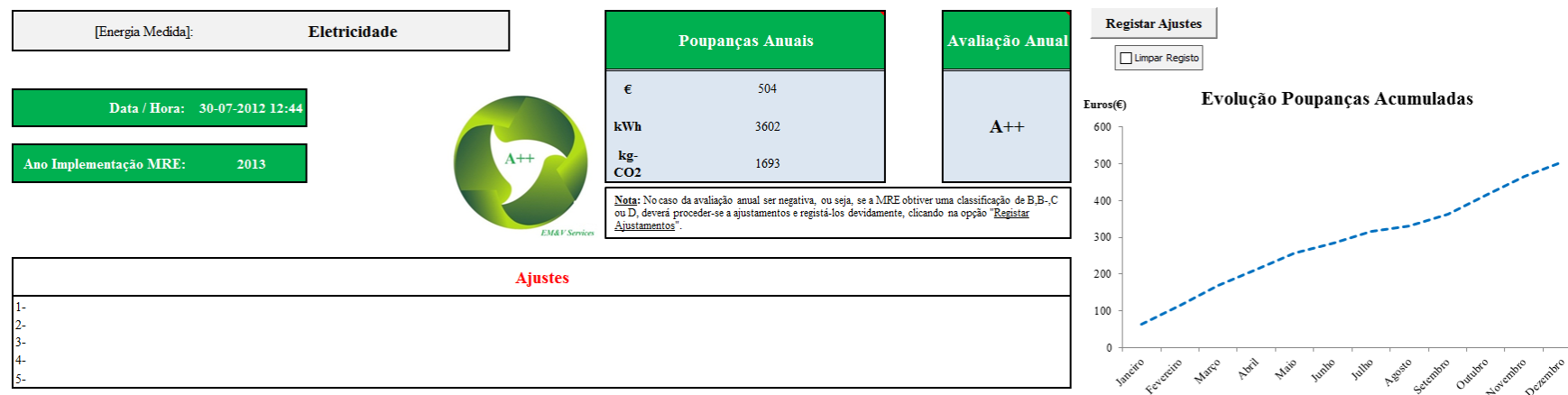
Quadro 8 - Template Anual (evolução das poupanças anuais)

MRE # 1 Substituição de lâmpadas de Halogénio por lâmpadas LED		Nível de Poupanças Garantidas para 1º ano (estimativa - Plano de M&V)						
		500 €						
Mês	Consumo (Reporte) kWh	Baseline kWh	Poupanças kWh	Poupanças Acumuladas kWh	Poupanças €	Poupanças Acumuladas €	Emissões Evitadas * kg-CO2	Limpar Campos do Consumo
Janeiro	93,8	541,3	447,5	447,5	63	63	210	
Fevereiro	81,7	460,6	378,9	826,4	53	116	178	
Março	86,0	471,2	385,3	1211,7	54	170	181	
Abril	69,5	380,2	310,7	1522,4	43	213	146	
Maio	72,3	382,7	310,4	1832,8	43	257	146	
Junho	53,3	259,0	205,7	2038,5	29	285	97	
Julho	58,6	284,9	226,3	2264,8	32	317	106	
Agosto	24,4	117,3	92,8	2357,6	13	330	44	
Setembro	55,1	281,4	226,3	2584,0	32	362	106	
Outubro	77,2	447,4	370,2	2954,2	52	414	174	
Novembro	78,1	445,9	367,8	3321,9	51	465	173	
Dezembro	62,6	342,7	280,1	3602,1	39	504	132	
Total	812,5	4414,6	3602,1	24964,1	504 €	3.495 €	1693	
* Definir Fator de Conversão (kg CO2/kWh)		Definido Target Anual? Sim (em kWh)		Recomendações: O desempenho energético da organização está a melhorar substancialmente comparando com a <i>baseline</i> e com o <i>target</i> previamente estabelecido. No entanto, a monitorização dos equipamentos deverá manter-se cuidadosa de forma a manter os elevados níveis de poupança energética. Não excluir eventuais ações de prevenção e de melhoria contínua do desempenho energético.				
0,47		1000						

Fonte: Alinea a) do n.º2 do artigo 19.º do Decreto-Lei n.º71/2008, de 15 de Abril, do SGCIE - Despacho n.º17313/2008, Ministério da Economia e da Inovação

Anexo VI. Template para Avaliação Anual

Quadro 9 – Template Anual (Avaliação Anual da MRE e representação gráfica da evolução das poupanças acumuladas)



Anexo VII. Matriz de Tarifas

Quadro 10 - Caracterização das Tarifas para calcular poupanças

Tabela 1 - Caracterização das Tarifas para calcular poupanças
(copiar para cada MRE)

MRE # Name	Fonte	Período Tarifário	€/ unid.	Fatores de Ajuste (se aplicável)	Limpar
Eletricidade (€/kWh)	ERSE	Horas de Ponta	0,14 €		
Gás Natural (€/m³ ou €/kg)					
Outro Consumos (€/Gal ou €/Litro)					
Água (€/Litro)					
Procura de energia elétrica (€/kW ou €/kgep)					
O&M					

Anexo VIII. Matriz de Custos Energéticos e Eficiência de Equipamentos

Tabela 8 – Eficiência dos Equipamentos

Eficiência dos Equipamentos	
Termoacumulador elétrico	90%
Caldeira	82%
Esquentador a gás	50%

Fonte: Ministério da Economia e da Inovação - "Decreto-Lei n.º78/2006 de 4 de Abril de 2006", N.º67, p.2506

Nota:

- Consideraram-se valores médios do Termoacumulador elétrico com isolamento: 50 a 100 mm
- Consideraram-se valores médios para a Caldeira mural com isolamento: 50 a 100 mm

Tabela 9 – Custos Energéticos por kWh

Custo	€/kWh
Eletricidade	0,14
GN	0,07
GPL	0,11

Fonte: ERSE

Anexo IX. Matriz de Custos para aquecer a água fria por Equipamento

Tabela 10 - Análise para o Termoacumulador

Volume [litros]	Potência [kW]	Tempo [min]	Tempo [horas]	Energia [kWh]	Energia " [kwh]	kWh/litro	€/litro
100	2	157	2,6	5,228	5,809	0,058	0,008
200	4,5	139	2,3	10,456	11,618	0,058	0,008
300	6	157	2,6	15,684	17,427	0,058	0,008
400	9	139	2,3	20,912	23,236	0,058	0,008
Média							0,008

Tabela 11 - Análise para Caldeira

Produção [litros/min]	Volume de 1 litro	Potência [kW]	Tempo [seg]	Tempo [horas]	Energia [kWh]	Energia " [kwh]	kWh/litro	€/litro GN	€/litro GPL
11	1	19,2	5,45	0,0015	0,029	0,035	0,035	0,002	0,004
14	1	23,6	4,29	0,0012	0,028	0,034	0,034	0,002	0,004
18	1	30,5	3,33	0,0009	0,028	0,034	0,034	0,002	0,004
27	1	47	2,22	0,0006	0,029	0,035	0,035	0,002	0,004
Média							0,035	0,002	0,004

Tabela 12 - Análise para o Esquentador

Produção [litros/min]	Volume de 1 litro	Potência [kW]	Tempo [seg]	Tempo [horas]	Energia [kWh]	Energia " [kwh]	kWh/litro	€/litro GN	€/litro GPL
11	1	14	5,45	0,0015	0,021	0,042	0,042	0,0030	0,005
14	1	18	4,29	0,0012	0,021	0,043	0,043	0,0030	0,005
17	1	25	3,53	0,0010	0,025	0,049	0,049	0,0034	0,005
24	1	42	2,50	0,0007	0,029	0,058	0,058	0,0041	0,006
Média							0,048	0,003	0,005

Anexo X. Matriz de Evolução de Tarifas e Poupanças

Tabela 13 - Evolução das Tarifas de Consumo e da Poupança gerada (n=15) - Apoio Elétrico

Ano	Evolução das Tarifas de Consumo (n=15)											Poupança gerada (€/litro)	
				Cilindro	Caldeira		Esquentador		Sistema de 2000 litros	Sistema de 3000 litros	Água Fria (€/litros)		
	Eletricidade (€/kWh)	GN (€/kWh)	GPL (€/kWh)	Eletricidade (€/litro)	GN (€/litro)	GPL (€/litro)	GN (€/litro)	GPL (€/litro)	Solar Térmico + Apoio	Solar Térmico + Apoio	Água Fria (€/litros)	Sistema de 2000 litros	Sistema de 3000 litros
Base	0,1400	0,0700	0,1100	0,0091	0,0034	0,0048	0,0044	0,0063	0,0298	0,0265	0,0010	-0,0206	-0,0174
2013	0,1486	0,0735	0,1155	0,0097	0,0036	0,0051	0,0046	0,0066	0,0085	0,0080	0,0010	0,0011	0,0017
2014	0,1564	0,0772	0,1213	0,0102	0,0038	0,0053	0,0048	0,0069	0,0088	0,0083	0,0011	0,0014	0,0019
2015	0,1645	0,0810	0,1273	0,0107	0,0039	0,0056	0,0050	0,0072	0,0091	0,0086	0,0011	0,0016	0,0021
2016	0,1715	0,0851	0,1337	0,0111	0,0041	0,0058	0,0052	0,0076	0,0093	0,0088	0,0011	0,0018	0,0023
2017	0,1780	0,0893	0,1404	0,0115	0,0043	0,0061	0,0055	0,0079	0,0096	0,0091	0,0012	0,0019	0,0024
2018	0,1836	0,0938	0,1474	0,0119	0,0045	0,0064	0,0057	0,0083	0,0099	0,0093	0,0012	0,0020	0,0025
2019	0,1889	0,0985	0,1548	0,0122	0,0047	0,0067	0,0060	0,0087	0,0049	0,0051	0,0013	0,0073	0,0071
2020	0,1971	0,1034	0,1625	0,0128	0,0049	0,0070	0,0063	0,0091	0,0051	0,0053	0,0013	0,0076	0,0075
2021	0,2058	0,1086	0,1706	0,0133	0,0051	0,0073	0,0066	0,0096	0,0053	0,0055	0,0014	0,0080	0,0078
2022	0,2152	0,1140	0,1792	0,0139	0,0054	0,0076	0,0069	0,0100	0,0055	0,0057	0,0014	0,0084	0,0082
2023	0,2250	0,1197	0,1881	0,0145	0,0056	0,0080	0,0072	0,0105	0,0057	0,0059	0,0014	0,0088	0,0086
2024	0,2353	0,1257	0,1975	0,0152	0,0059	0,0084	0,0075	0,0110	0,0059	0,0062	0,0015	0,0093	0,0090
2025	0,2461	0,1320	0,2074	0,0158	0,0061	0,0088	0,0079	0,0115	0,0061	0,0064	0,0015	0,0097	0,0094
2026	0,2573	0,1386	0,2178	0,0165	0,0064	0,0092	0,0083	0,0121	0,0063	0,0067	0,0016	0,0102	0,0099
2027	0,2691	0,1455	0,2287	0,0173	0,0067	0,0096	0,0087	0,0127	0,0066	0,0069	0,0016	0,0107	0,0104

Anexo XI. Matriz de Tarifa Final para Solar Térmico

Tabela 14 – Metodologia de Cálculo da Tarifa Final de Consumo para Solar Térmico + Apoio (exemplo: Apoio Elétrico para Sistema de 2000 litros)

Ano	Energia afetada rendimento (kWh/ano)	Produção/dia a 60° (kWh)	€/kWh	€/Litros (solar)	€/Litros (apoio)	€/Litros (solar térmico + apoio)
Base	26632	1840	0,6705 €	0,0370 €	0,0077 €	0,02877 €
2013	26632	1840	0,1305 €	0,0072 €	0,0082 €	0,00749 €
2014	26632	1840	0,1335 €	0,0074 €	0,0086 €	0,00773 €
2015	26632	1840	0,1365 €	0,0075 €	0,0091 €	0,00797 €
2016	26632	1840	0,1396 €	0,0077 €	0,0095 €	0,00820 €
2017	26632	1840	0,1427 €	0,0079 €	0,0098 €	0,00843 €
2018	26632	1840	0,1460 €	0,0081 €	0,0101 €	0,00865 €
2019	26632	1840	0,0188 €	0,0010 €	0,0104 €	0,00369 €
2020	26632	1840	0,0188 €	0,0010 €	0,0109 €	0,00381 €
2021	26632	1840	0,0188 €	0,0010 €	0,0114 €	0,00395 €
2022	26632	1840	0,0188 €	0,0010 €	0,0119 €	0,00409 €
2023	26632	1840	0,0188 €	0,0010 €	0,0124 €	0,00425 €
2024	26632	1840	0,0188 €	0,0010 €	0,0130 €	0,00441 €
2025	26632	1840	0,0188 €	0,0010 €	0,0136 €	0,00457 €
2026	26632	1840	0,0188 €	0,0010 €	0,0142 €	0,00475 €
2027	26632	1840	0,0188 €	0,0010 €	0,0149 €	0,00493 €

Anexo XII. Matriz de Investimentos e Despesas Periódicas

Tabela 15 - Plano de Investimentos & Despesas Periódicas (considerando apoio a Eletricidade para Sistema de 2000 litros)

Ano	Investimento Inicial	N.º frações	Despesas c/instalação	Amortização	Despesas de O&M	Despesas c/ manutenção periódicas	Apoio QREN - FEE 2012	Total
Base	17.857,61 €	10						
2013			- €	2.976,27 €	500,00 €	- €		3.476,27 €
2014			- €	3.054,39 €	500,00 €	- €		3.554,39 €
2015			- €	3.134,57 €	500,00 €	- €		3.634,57 €
2016			- €	3.216,86 €	500,00 €	- €		3.716,86 €
2017			- €	3.301,30 €	500,00 €	- €		3.801,30 €
2018			- €	3.387,96 €	500,00 €	- €		3.887,96 €
2019			- €	- €	500,00 €	- €		500,00 €
2020			- €	- €	500,00 €	- €		500,00 €
2021			- €	- €	500,00 €	- €		500,00 €
2022			- €	- €	500,00 €	- €		500,00 €
2023			- €	- €	500,00 €	- €		500,00 €
2024			- €	- €	500,00 €	- €		500,00 €
2025			- €	- €	500,00 €	- €		500,00 €
2026			- €	- €	500,00 €	- €		500,00 €
2027			- €	- €	500,00 €	- €		500,00 €
Total	17.857,61 €		- €	19.071,34 €	7.500,00 €	- €		26.571,34 €

Nota: o número de frações influencia o custo final numa fase posterior, no processo de instalação nas próprias casas.

Anexo XIII. Evolução gráfica de Tarifas

Gráfico 3 – Evolução das Tarifas de Consumo (Apoio Elétrico)

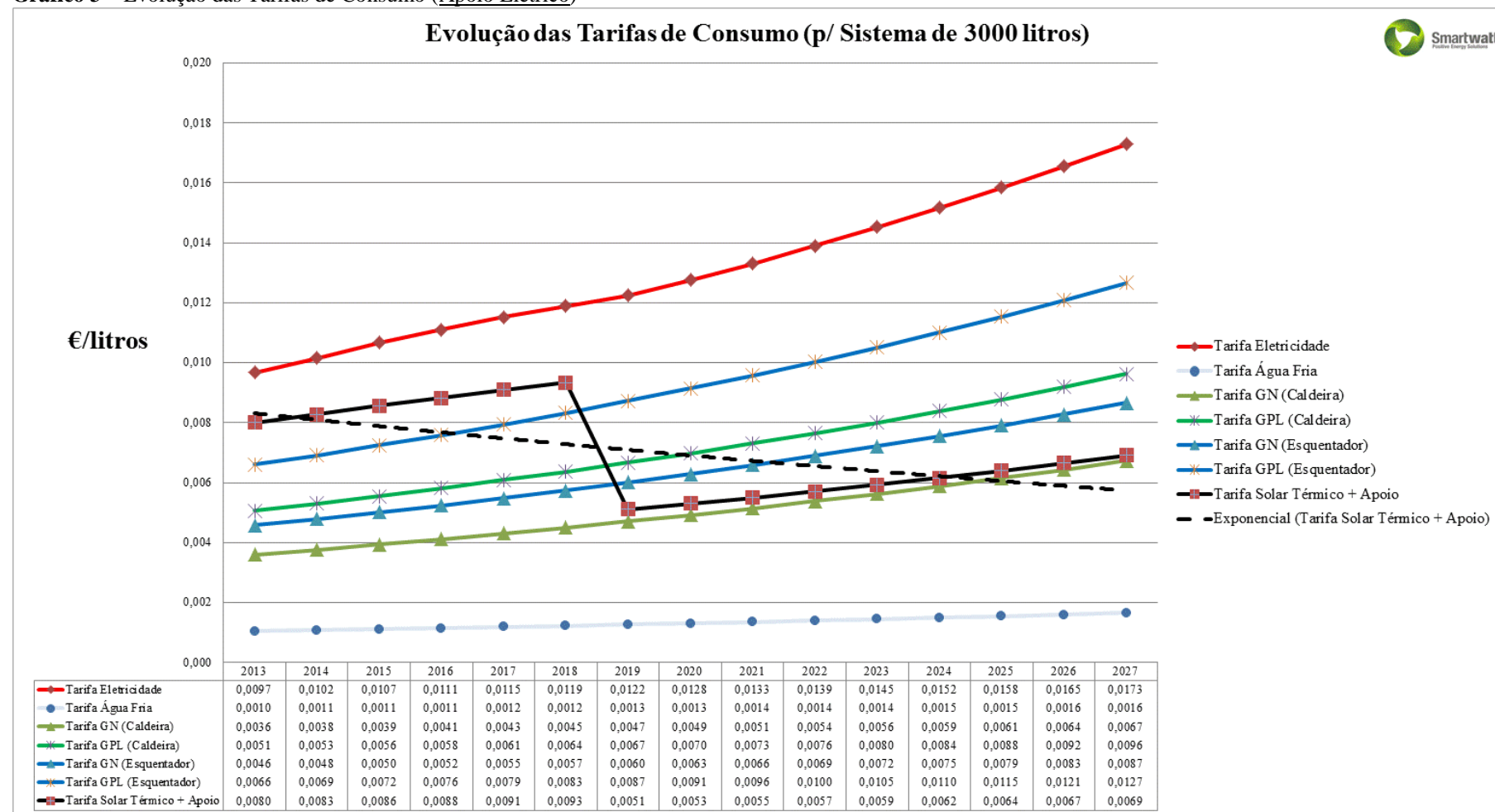


Gráfico 4 - Evolução das Tarifas de Consumo (Apoio a GN)

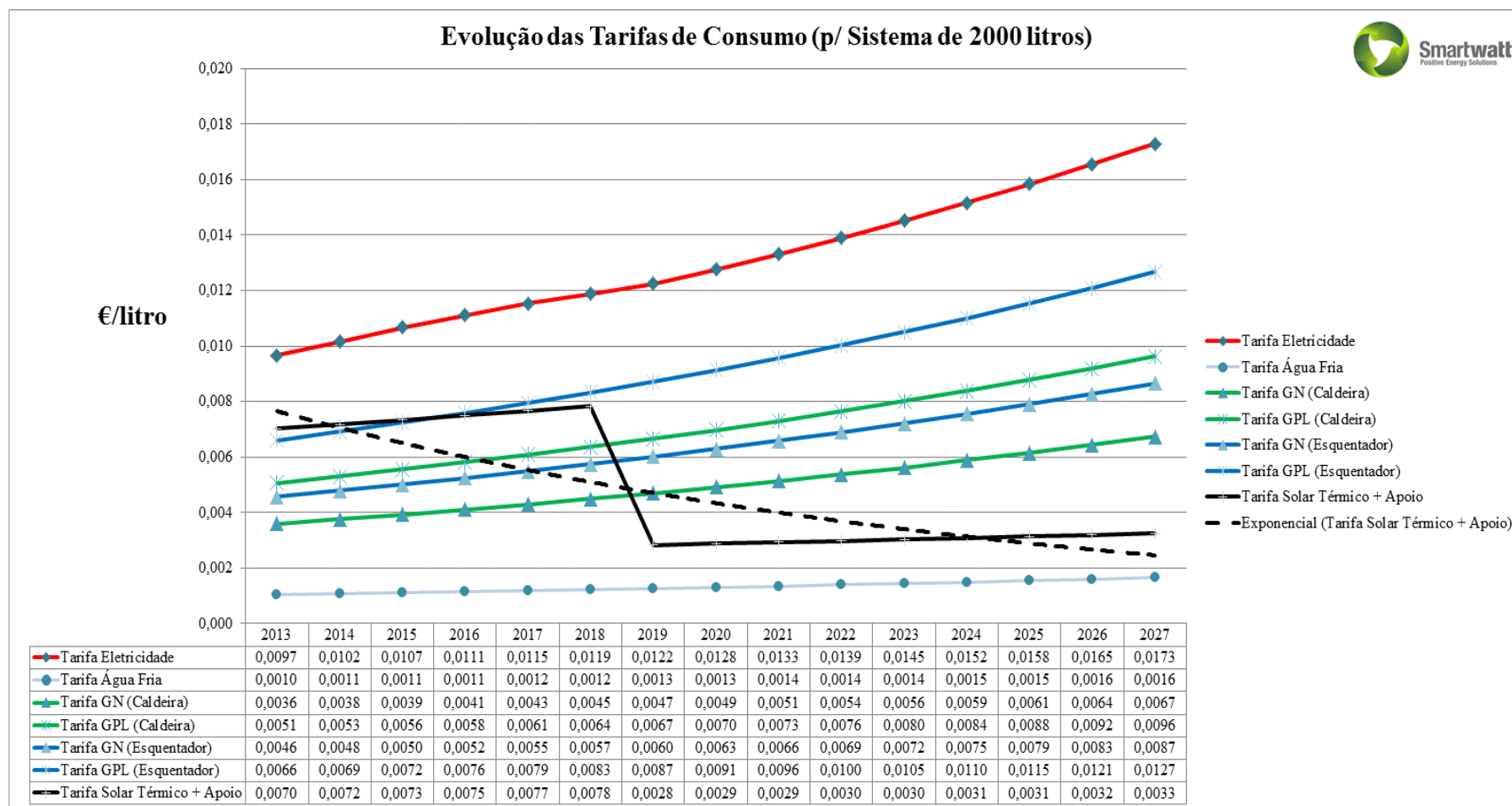


Gráfico 5 - Evolução das Tarifas de Consumo (Apoio a GN)

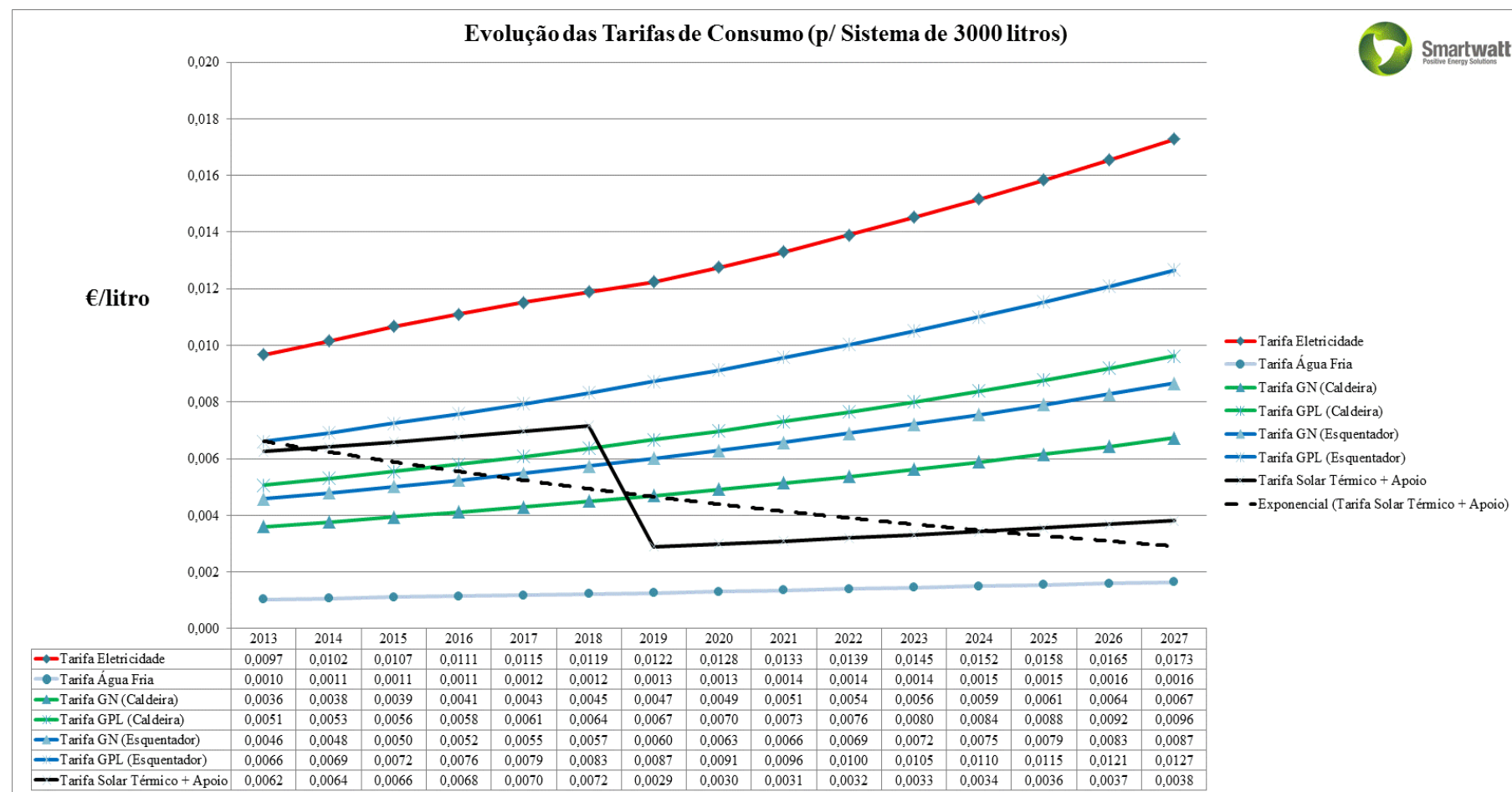
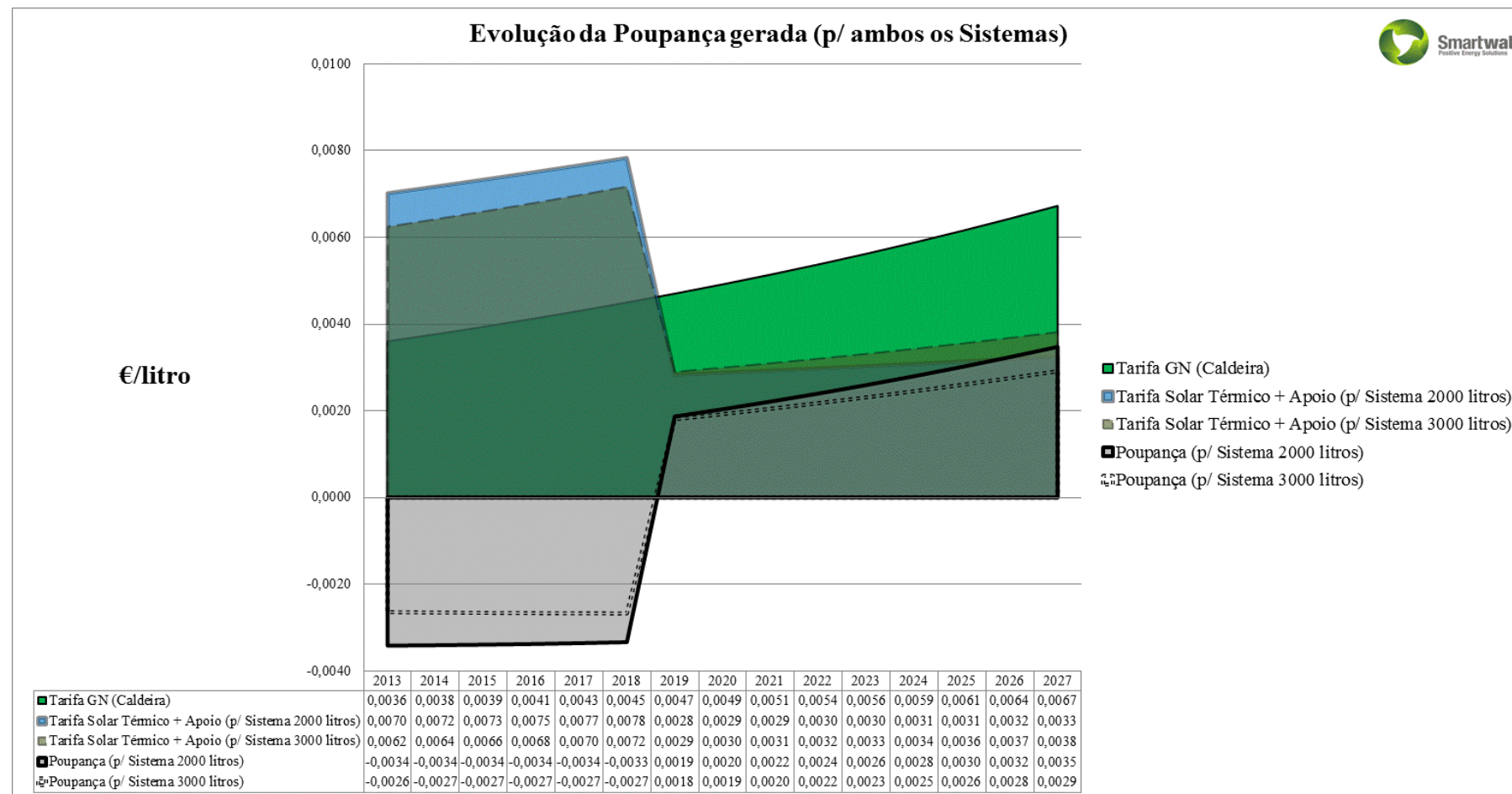


Gráfico 6 - Evolução da Poupança gerada (Apoio GN)



Anexo XIV. Matriz de Despesas por Tipologia

Tabela 16 - Despesas por Tipologia (sem instalação Solar Térmico)

Valores em €		Eletricidade				Gás Natural			
		T2		T4		T2		T4	
Ano	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	
2013	423	35,3	706	58,8	158	13,1	263	21,9	
2014	445	37,1	742	61,8	165	13,7	275	22,9	
2015	467	38,9	778	64,9	172	14,4	287	23,9	
2016	487	40,5	811	67,6	180	15,0	300	25,0	
2017	505	42,1	841	70,1	188	15,7	314	26,2	
2018	521	43,4	868	72,3	197	16,4	328	27,4	
2019	536	44,7	893	74,5	206	17,2	343	28,6	
2020	559	46,6	931	77,6	215	17,9	359	29,9	
2021	583	48,6	971	80,9	225	18,8	375	31,3	
2022	609	50,7	1015	84,5	235	19,6	392	32,7	
2023	636	53,0	1060	88,3	246	20,5	410	34,2	
2024	664	55,3	1107	92,2	257	21,5	429	35,8	
2025	694	57,8	1156	96,3	269	22,4	449	37,4	
2026	725	60,4	1208	100,6	282	23,5	469	39,1	
2027	757	63,1	1261	105,1	295	24,5	491	40,9	
Total	8609		14348		3291		5485		

Anexo XV. Modelo de Identificação para intervenientes num Plano de M&V

Tabela 17 - Identificação dos colaboradores com responsabilidade direta no objetivo e âmbito do Plano de M&V

Data proposta para o projeto:
Localização do projeto:
Nome da propriedade:
Operador da instalação:
Empresa de Serviço Energético:
Responsável pela <u>elaboração</u> do plano:
◦ Técnico:
◦ Empresa:
Responsável pela <u>validação</u> do plano:
◦ Técnico:
◦ Empresa:
Responsável pela <u>verificação</u> do plano:
◦ Técnico:
◦ Empresa:
Informação Auxiliar:

Anexo XVI. Matriz de Poupanças e Despesas por Tipologia

Tabela 18 - Despesas por Tipologia (com instalação Solar Térmico com Apoio Elétrico)

Valores em €	Sistema de 2000 litros				Poupança gerada			
	T2		T4		T2		T4	
Ano	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês
2013	373	31,1	622,3	51,9	50,0	4,2	83,4	6,9
2014	385	32,1	642,3	53,5	59,6	5,0	99,3	8,3
2015	398	33,1	662,8	55,2	69,3	5,8	115,5	9,6
2016	409	34,1	682,4	56,9	77,1	6,4	128,4	10,7
2016	421	35,1	701,8	58,5	83,7	7,0	139,5	11,6
2018	432	36,0	720,5	60,0	88,4	7,4	147,3	12,3
2019	217	18,1	361,3	30,1	319,3	26,6	532,1	44,3
2020	224	18,7	373,8	31,1	334,6	27,9	557,6	46,5
2021	232	19,3	386,8	32,2	350,7	29,2	584,5	48,7
2022	240	20,0	400,8	33,4	368,2	30,7	613,7	51,1
2023	249	20,8	415,4	34,6	386,6	32,2	644,3	53,7
2024	258	21,5	430,7	35,9	405,7	33,8	676,2	56,4
2025	268	22,3	446,6	37,2	425,8	35,5	709,6	59,1
2026	278	23,2	463,2	38,6	446,7	37,2	744,5	62,0
2027	288	24,0	480,4	40,0	468,6	39,1	781,0	65,1
Total	4675		7791,1		3934		6557	

Sistema de 3000 litros				Poupança gerada			
T2		T4		T2		T4	
/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês
350	29,2	584	48,7	73	6,1	122	10,1
362	30,2	604	50,3	83	6,9	138	11,5
375	31,2	625	52,0	92	7,7	154	12,8
386	32,2	644	53,7	100	8,3	167	13,9
398	33,2	663	55,3	107	8,9	178	14,8
409	34,1	682	56,8	112	9,3	186	15,5
224	18,6	373	31,1	312	26,0	521	43,4
232	19,3	387	32,2	327	27,2	545	45,4
241	20,1	401	33,4	342	28,5	570	47,5
250	20,8	417	34,7	359	29,9	598	49,8
260	21,6	433	36,1	376	31,3	627	52,2
270	22,5	450	37,5	394	32,9	657	54,8
280	23,4	467	38,9	413	34,4	689	57,4
291	24,3	486	40,5	433	36,1	722	60,2
303	25,2	505	42,1	454	37,8	757	63,1
4631		7719		3978		6629	

Tabela 19 - Despesas por Tipologia (com instalação Solar Térmico com Apoio GN)

Valores em €	Sistema de 2000 litros				Poupança gerada			
	T2		T4		T2		T4	
Ano	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês
2013	307	25,6	512	42,7	-149,7	-12,5	-249	-20,8
2014	314	26,2	524	43,6	-149,3	-12,4	-249	-20,7
2015	321	26,8	535	44,6	-148,8	-12,4	-248	-20,7
2016	328	27,4	547	45,6	-148,1	-12,3	-247	-20,6
2017	336	28,0	559	46,6	-147,2	-12,3	-245	-20,4
2018	343	28,6	572	47,7	-146,2	-12,2	-244	-20,3
2019	124	10,3	207	17,2	81,8	6,8	136	11,4
2020	126	10,5	210	17,5	89,2	7,4	149	12,4
2021	128	10,7	214	17,8	96,9	8,1	161	13,5
2022	130	10,9	217	18,1	105,0	8,8	175	14,6
2023	133	11,1	221	18,4	113,5	9,5	189	15,8
2024	135	11,2	225	18,7	122,5	10,2	204	17,0
2025	137	11,4	229	19,1	131,9	11,0	220	18,3
2026	140	11,7	233	19,4	141,8	11,8	236	19,7
2027	142	11,9	237	19,8	152,1	12,7	254	21,1
Total	3146		5243		145,5		242	

Sistema de 3000 litros				Poupança gerada			
T2		T4		T2		T4	
/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês
274	22,8	456	38,0	-116	-9,7	-193	-16,1
281	23,4	469	39,0	-116	-9,7	-194	-16,1
289	24,1	482	40,1	-117	-9,7	-194	-16,2
297	24,8	495	41,3	-117	-9,7	-195	-16,2
305	25,5	509	42,4	-117	-9,8	-195	-16,3
314	26,2	524	43,6	-117	-9,8	-195	-16,3
127	10,6	212	17,6	79	6,6	132	11,0
131	10,9	219	18,2	84	7,0	140	11,7
136	11,3	226	18,8	90	7,5	149	12,4
140	11,7	234	19,5	95	7,9	159	13,2
145	12,1	242	20,1	101	8,4	169	14,0
150	12,5	250	20,9	107	8,9	179	14,9
156	13,0	259	21,6	114	9,5	190	15,8
161	13,4	269	22,4	120	10,0	201	16,7
167	13,9	278	23,2	128	10,6	213	17,7
3073		5121		218		364	

Tabela 20 - Despesas por Tipologia (para Sistema de 2000 litros)

					Apoio Elétrico								Apoio Gás Natural							
	(1) Despesas c/ Investimento/fração				(2) Despesas de O&M/fração				(3) Custos de O&M/fração				(2) Despesas de O&M/fração				(3) Custos de O&M/fração			
Ano	T2		T4		T2		T4		T2		T4		T2		T4		T2		T4	
	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês	/ano	/mês
2013	230,3 €	19,2 €	383,9 €	32,0 €	32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €	81,5 €	6,8 €	135,9 €	11,3 €	65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €	163,0 €	13,6 €	271,7 €	22,6 €
2014	230,3 €	19,2 €	383,9 €	32,0 €	32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €	81,5 €	6,8 €	135,9 €	11,3 €	65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €	163,0 €	13,6 €	271,7 €	22,6 €
2015	230,3 €	19,2 €	383,9 €	32,0 €	32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €	81,5 €	6,8 €	135,9 €	11,3 €	65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €	163,0 €	13,6 €	271,7 €	22,6 €
2016	230,3 €	19,2 €	383,9 €	32,0 €	32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €	81,5 €	6,8 €	135,9 €	11,3 €	65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €	163,0 €	13,6 €	271,7 €	22,6 €
2017	230,3 €	19,2 €	383,9 €	32,0 €	32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €	81,5 €	6,8 €	135,9 €	11,3 €	65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €	163,0 €	13,6 €	271,7 €	22,6 €
2018	230,3 €	19,2 €	383,9 €	32,0 €	32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €	81,5 €	6,8 €	135,9 €	11,3 €	65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €	163,0 €	13,6 €	271,7 €	22,6 €
2019					32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €					65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €				
2020					32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €					65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €				
2021					32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €					65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €				
2022					32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €					65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €				
2023					32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €					65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €				
2024					32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €					65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €				
2025					32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €					65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €				
2026					32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €					65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €				
2027					32,6 €	2,7 €	54,3 €	4,5 €					65,2 €	5,4 €	108,7 €	9,1 €				
Total	2.764 €		18.426 €		489 €		815 €		489 €		815 €		978 €		1.630 €		978 €		1.630 €	

Anexo XVII. Modelos de Informação Energética

Tabela 21 – Informação do Edifício

Informação do Edifício		
Nome:	Carlos Alberto	
Tipologia:	Sistema de 2000 litros	
Localização:	Lisboa	
Área/m ² :	8000	
Despesa Anual com Energia: (antes da implementação da MRE)	Eletricidade	Gás Natural
	132.002 €	43.883 €

Tabela 22 – Informação Energética do Projeto

Informação Energética do Projeto			
<u>MRE # Instalação de Painéis Solares Térmicos</u>	Custo Total do Investimento	Poupanças Anuais Totais	
		Apoio Elétrico	Apoio Gás Natural
Sistema de 2000 litros	17.858 €	73.674 €	15.580 €

Anexo XVIII. Modelos de Informação Capital Alheio

Tabela 23 – Informação Capital Alheio

Informação Capital Alheio		
	%	€
Investimento (ano 0)		17.858 €
Capitais Próprios	30%	5.357 €
Capitais Alheios	70%	12.500 €

Empréstimo Bancário		
	%	€
Sistema de 2000 litros	85%	10.625 €

Apoios Comunitários (FEE QREN)		
	%	€
Sistema de 2000 litros	15%	1.875 €

Anexo XIX. Informação e Sumário Financeiro

Tabela 24 – Informação Financeira

Informação Financeira

Sistema de 2000 litros

Termo do Contrato (n.º anos)	15
Taxa de Atualização	8%
Taxa de Capitalização	8%
<u>Recorrendo a Capital Alheio:</u>	
Período Empréstimo Bancário (n.º anos)	6
N.º períodos de pagamento (n.º meses)	12
Taxa de Juro	4%

Tabela 25 - Sumário das Despesas Financeiras Anuais

Sistema de 2000 litros

Ano	Total Pagamentos	Total Encargos Financeiros	Total Juros
2013	1.995 €	1.930 €	65 €
2014	1.995 €	1.943 €	52 €
2015	1.995 €	1.956 €	39 €
2016	1.995 €	1.969 €	26 €
2017	1.995 €	1.982 €	13 €
2018	831 €	830 €	1 €
2019	0 €	0 €	0 €
2020	0 €	0 €	0 €
2021	0 €	0 €	0 €
2022	0 €	0 €	0 €
2023	0 €	0 €	0 €
2024	0 €	0 €	0 €
2025	0 €	0 €	0 €
2026	0 €	0 €	0 €
2027	0 €	0 €	0 €
Total	10.805 €	10.609 €	196 €

Tabela 26 - Sumário das Poupanças Anuais

Sistema de 2000 litros										
Despesas Operacionais (<i>Cash-Flows</i> Anuais)					Despesas Operacionais/m ²		VAL Acumulado	<i>Payback Period Ajustado</i>	VAL Acumulado	<i>Payback Period Ajustado</i>
Ano	Apoio Elétrico	<i>Cash-Flows</i> Acumulados	Apoio Gás Natural	<i>Cash-Flows</i> Acumulados	Apoio Elétrico	Apoio Gás Natural	Apoio Elétrico		Apoio Gás Natural	
	-5.357 €	-5.357 €	-5.357 €	-5.357 €			-5.357 €	5,2	-5.357 €	13,2
2013	855 €	-4.502 €	-212 €	-5.569 €	0,11 €	-0,03 €	-4.565 €		-5.554 €	
2014	1.056 €	-3.445 €	-151 €	-5.720 €	0,13 €	-0,02 €	-3.660 €		-5.683 €	
2015	1.262 €	-2.184 €	-87 €	-5.807 €	0,16 €	-0,01 €	-2.658 €		-5.752 €	
2016	1.439 €	-745 €	-19 €	-5.826 €	0,18 €	0,00 €	-1.600 €		-5.766 €	
2017	1.599 €	854 €	54 €	-5.772 €	0,20 €	0,01 €	-512 €		-5.729 €	
2018	2.895 €	3.750 €	130 €	-5.642 €	0,36 €	0,02 €	1.313 €		-5.647 €	
2019	4.896 €	8.645 €	1.254 €	-4.388 €	0,61 €	0,16 €	4.169 €		-4.915 €	
2020	5.130 €	13.776 €	1.367 €	-3.021 €	0,64 €	0,17 €	6.941 €		-4.177 €	
2021	5.378 €	19.153 €	1.486 €	-1.535 €	0,67 €	0,19 €	9.631 €		-3.434 €	
2022	5.646 €	24.800 €	1.610 €	75 €	0,71 €	0,20 €	12.246 €		-2.688 €	
2023	5.927 €	30.727 €	1.741 €	1.816 €	0,74 €	0,22 €	14.789 €		-1.941 €	
2024	6.221 €	36.948 €	1.878 €	3.694 €	0,78 €	0,23 €	17.259 €		-1.195 €	
2025	6.528 €	43.476 €	2.022 €	5.717 €	0,82 €	0,25 €	19.659 €		-452 €	
2026	6.850 €	50.326 €	2.174 €	7.890 €	0,86 €	0,27 €	21.992 €	288 €		
2027	7.186 €	57.511 €	2.333 €	10.223 €	0,90 €	0,29 €	24.257 €	1.024 €		
Total	62.869 €		15.580 €							

Anexo XX. Key Performance Indicators do Projeto

Tabela 27 - Indicadores-Chave de Desempenho do Projeto

Indicadores-Chave de Desempenho do Projeto (KPIs)		
Sistema de 3000 litros		
	Apoio Elétrico	Apoio Gás Natural
◦ Custo Total do Investimento Suportado	7.055 €	7.055 €
◦ Poupanças Médias Anuais Líquidas	7.627 €	1.964 €
◦ Total de Redução Líquida das Despesas Operacionais	96.162 €	22.675 €
◦ Impacto no Valor Patrimonial	95.335 €	24.548 €
◦ Payback Period Ajustado (n.º anos)	3,6	11,4

Tabela 28 - Sumário Financeiro

Sumário Financeiro		
Sistema de 3000 litros		
Custo Total do Investimento Suportado	7.055 €	
Custo Total do Investimento/m ²	0,88 €	
	Apoio Elétrico	Apoio Gás Natural
<i>Payback Period</i> Simples (n.º anos)	3,3	9,0
<i>Payback Period</i> Ajustado (n.º anos)	3,6	11,4
IR	108%	28%
VAL	39.216 €	2.926 €
TIR	42%	12%
Impacto nos Resultados Operacionais	7.627 €	1.964 €
Impacto no Valor Patrimonial	95.335 €	24.548 €